التشريح المقارن للفقاريات



الطبعة الثانية



دكتورة / منى فريد عبد الرحمن



المكتبة الأكاديمية
شركة مساهمة مصرية





المكتبة الأكاديمية
شركة مساهمة مصرية
الحاصلة على شهادة الجودة
ISO 9002
Certificate No.: 82210
03/05/2001



التشريح المقارن
للفقاريـات

التشريح المقارن
للفقاريات

تأليف

دكتورة / منى فريد عبد الرحمن



الناشر

المكتبة الاكاديمية

٢٠١٢

حقوق النشر

الطبعة الثانية ٢٠١٢م-١٤٣٣هـ

المكتبة الاكاديمية

شركة مساهمة مصرية

رأس المال المصدر والمدفوع ١٨,٢٨٥,٠٠٠ جنيه مصرى

١٢١ شارع التحرير - الدقى - الجيزة

القاهرة - جمهورية مصر العربية

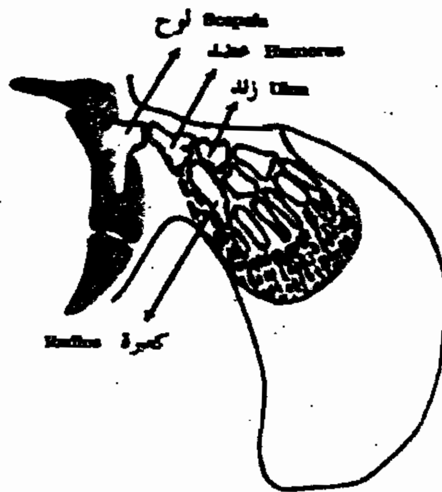
تليفون : ٣٣٣٦٨٢٨٨ - ٣٧٤٨٥٢٨٢ (٢٠٢)

فاكس : ٣٧٤٩١٨٩٠ (٢٠٢)

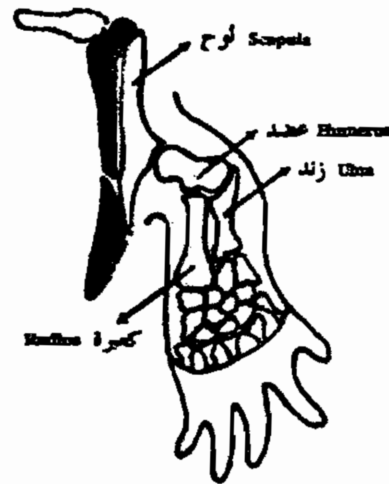
بسم الله الرحمن الرحيم

التشريح المقارن
للفقاريات

Comparative Anatomy of Vertebrates



CROSSOPTERYGIAN لحمية الزعانف



LABYRINTHODONT لابرنثودونت

د. منى فريد عبدالرحمن

المحتـــويات

صفحة

ـــ مقدمة ، التماثل والتشابه بين الأعضاء ... ١١
ـــ الجلد ، وظائف الجلد ... ١٣
ـــ جلد السهيم ... ١٥
ـــ الجلد فى دائرية الفم ... ١٦
ـــ جلد الأسماك الغضروفية ... ١٧
ـــ جلد الأسماك العظمية ... ١٨
ـــ جلد البرمائيات ... ٢٠
ـــ جلد الزواحف ... ٢٣
ـــ جلد الطيور ... ٢٧
ـــ جلد الثدييات ... ٢٩
ـــ الجهاز الهيكلى ... ٣٦
ـــ تكوين الجمجمة الغضروفية ... ٣٩
ـــ الجمجمة العظمية ... ٤٧
ـــ العظام الغطائية فى رباعيات الأقدام ... ٥٠
ـــ **أولا** : فى البرمائيات ... ٥٠
ـــ **ثانيا** : فى الزواحف ... ٥٣
ـــ **ثالثا** : جمجمة الطيور العظمية ... ٥٧
ـــ **رابعا** : جمجمة الثدييات ... ٦٠

صفحة

ـ العمود الفقارى : فى السهيم ـ الأسماك ـ البرمائيات	٦٥
الزواحف ـ الطيور ـ الثدييات	٦٧
ـ تكوين أجسام الفقرات	٦٩
ـ القص	٧٠
ـ الضلوع	٧٢
ـ **الهيكل الطرفى ـ هيكل الأحزمة**	٧٣
ـ **الحزام الصدرى**	٧٤
ـ الحزام الحوضى	٧٦
ـ هيكل الأطراف ، فى الأسماك	٧٩
ـ هيكل الطرف فى الأسماك العظمية	٨٠
ـ **الطرف فى رباعيات الأقدام**	٨١
ـ **التحورات التكيفية فى الاطراف**	٨٣
ـ الجهاز العضلى	٨٨
ـ أسماء وتماثل العضلات الهيكلية	٩٠
ـ العضلات الجزعية الذيلية لرباعيات الأقدام	٩٦
ـ العضلات تحت الخيشومية وعضلات اللسان	٩٧
ـ العضلات الخارجية المنشأة لكرة العين	٩٨
ـ العضلات الطرفية	٩٩
ـ العضلات الجلدية	١٠٣
ـ العضلات المحاكية	١٠٤
ـ الأعضاء الكهربائية	١٠٥
ـ **الجهاز اللورى ، الجهاز الشريانى**	١٠٦
ـ **الجهاز الوريدى**	١١٥
ـ **المراجع**	١٢٧

مقدمـــة

التشريح المقارن

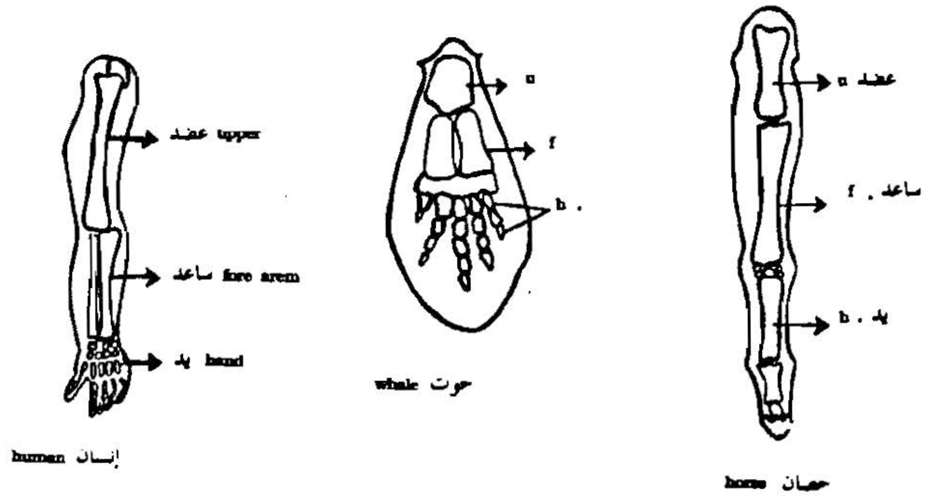
هذه الدراسة تتناول التركيب التشريحى للحيوانات الفقارية المختلفة بدءاً بالحيوانات البسيطة التركيب مثل السهيم حتى الحيوانات الأكثر تعقيداً مثل الثدييات والتى يمثلها الأرنب فى هذه الدراسة .

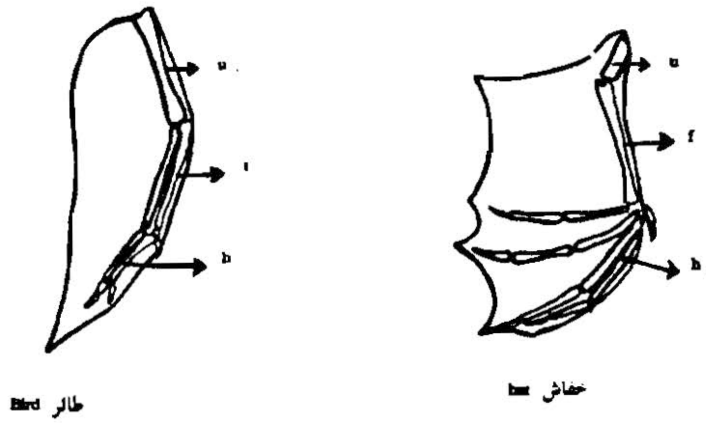
ويشمل هذا المقرر دراسة مقارنة للجهاز الجلدى والهيكلى والعضلى والدورى فى الحيوانات الفقارية المختلفة ، والعلاقة بين تركيب هذه الأجهزة والوظيفة التى تؤديها فى كل حيوان على حدة .

التماثل والتشابه بين الأعضاء

الأعضاء التى لها أصل جنينى واحد تعرف بالأعضاء المتماثلة homologous حتى ولو لم تكن متشابهة أو لو كانت تؤدى وظائف مختلفة ، وإذا كانت هذه الأعضاء المتماثلة تؤدى نفس الوظيفة فإنها عادة تكون متماثلة فى التركيب والشكل ولكن إذا اختلفت الوظيفة فإن الشكل والتركيب عادة ما يختلف تبعا لها ، فمثلا الطرفان الأماميان فى الطيور والثدييات البحرية مثل كلب البحر وجناحى الخفاش كلها طرفان أماميان متماثلان فى النشأة ولكنهم مختلفون فى الشكل والتركيب بسبب وظائفهم المختلفة من سباحة إلى مشى إلى طيران وخلافه .

والأعضاء المتشابهة analogous لها أصل جنينى مختلف ولكن نظرا لقيامها بوظيفة متشابهة فان شكلها وتركيبها عادة مايكون متشابها ، فمثلا أجنحة الليمور الطائر وأجنحة الطيور متشابهة ظاهرياً لأنها تقوم بوظيفة الطيران ولكن جناح الليمور هو ثنية جلدية ممتدة بين الطرف الأمامى والطرف الخلفى للحيوان وجناح الطيور هو تحور للطرف الأمامى فقط إلى جناح ولذلك فهى أعضاء متشابهة وليست متماثلة ، وأيضا الرئة فى الحيوانات الأرضية تشبه الخياشيم فى الأسماك من حيث أنها تقوم بوظيفة التنفس ولكن العضوان غير متماثلان فى النشأة الجنينية لذلك لايمكن اعتبارهما متماثلان .





الأعضاء المتماثلة

الطرف الأمامي لحيوانات لديه مختلفة يوضح معنى التماثل

جناح السنجاب الطائر مشابه لجناح الطيور وليس مماثل لها



الجـــلد

The Integumentary System

يعتبر الجلد الدعامة الخارجية للجسم ويغطى هو وتراكيبه الاضافية الجسم من الخارج ويتركب فى الفقاريات من طبقتين البشرة والأدمة الأولى تنشأ من طبقة الأكتودرم والثانية من الميزودرم ، ويؤدى الجلد وظائف عديدة هامة نظراً لأنه العضو المتصل مباشرة بالوسط الخارجى المعرض له الكائن الحى .

وظائــف الجلــد :

١ ــ دعامة للجسم :

يعمل الجلد كدعامة خارجية للجسم ويحفظ له شكله الخارجى بالتعاون مع الهيكل الداخلى المتكون من العظام .

٢ ــ الحمــاية :

يغطى السطح الخارجى للجلد بطبقة قرنية صلبة تعمل كخط دفاع قوى يمنع دخول الميكروبات والمواد الضارة ويحمى الأعضاء الداخلية من الإصابة بالصدمات الخارجية . ويصعب إصابة الجسم إذا كان الجلد سليماً ولكن إذا أصيب بجرح فإن الأنسجة الداخلية تتعرى وتسهل إصابتها بالأمراض وتعمل التراكيب الداخلية للجلد على زيادة هذه الحماية فمثلا قشور الأسماك ودروع السلحفاة والريش والشعر والدهن الموجود فى الجلد كلها تراكيب ذات أهمية كبيرة فى الدفاع عن الجسم ــ كما أن لون الجسم وحبيبات الصبغة والسموم به تحميه من الأعداء ومن أشعة الشمس الزائدة .

٣ ـ **الإخــراج :**

الجلد يساعد فى تنظيم الضغط الأسموذى للخلايا الداخلية عن طريق إخراج العرق الذى يساعد أيضا فى الحفاظ على درجة حرارة الجسم ثابتة . والتخلص من بعض المواد الضاره .

٤ ـ **تنظيم درجة حرارة الجسم :**

كل العمليات الحيوية فى الجسم ينتج عنها انبعاث حرارة تتوزع على الأعضاء المختلفة بواسطة الدم وتفقد عن طريق المواد الإخراجية مثل البول والبراز والعرق من الجهاز الإخراجى أو الرئتان أو الجلد الذى يقوم بالعبء الأكبر فى التخلص من الحرارة الزائدة فى الجسم . ففى المناطق الباردة يحفظ الجلد درجة الحرارة ثابتة بتقليل العرق واختزان الحرارة فى الشحم الموجود تحت الجلد أو بالفــراء أو الشعر أو الريش ، وبواسطة انقباض الأوعية الدموية تحت الجلد يمنع تسرب الحرارة خارج الجسم أما فى المناطق الحارة فان اتساع الأوعية الدموية يساعد على تسرب الحرارة خارج الجسم كما أن بخر العرق الذى تفرزه الغدد العرقية الموجودة بالجلد يستهلك كمية الحرارة الزائدة فى الجسم .

٥ ـ **اختزان الدهن :**

الدهن المختزن فى طبقات الجلد الداخلية يؤدى وظيفتين هامتين فهو يعمل كمادة عازلة تمنع تسرب الحرارة من الجسم كما أنه يعمل كمخزن للغذاء الزائد فى الطيور والحيوانات التى تبيت بياتاً شتوياً كالبرمائيات والزواحف والدببة التى تستهلكه إما اثناء الهجرة أو فى أوقات النوم الطويلة . وتختلف مناطق تجمع الدهن فى الجسم فى الحيوانات المختلفة وبين الذكور والإناث من نفس النوع ويساهم الدهن فى تحديد الشكل الخارجى للجسم .

٦ ـ **التنفــس :**

يساعد الجلد فى البرمائيات فى عملية التنفس فيحدث تبادل غازات عن طريق الجلد بين الدم والوسط الخارجى ، كما تعتبر الخياشيم فى الأسماك امتدادات للجلد غنية بالأوعية الدموية لتعطى سطحا كبيرا لتبادل الغازات بين الدم فى الأوعية الدموية الدقيقة وبين الماء الذى تعوم فيه السمكة .

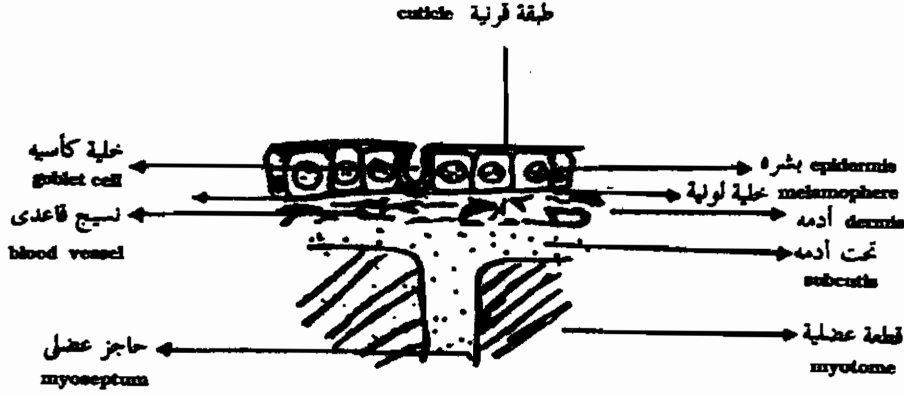
٧ ــ الاحســـاس :

الجلد يستقبل الكثير من المؤثرات الخارجية ويوصلها إلى نهايات الأعصاب الموجودة فى طبقاته الداخلية ، من هذه المؤثرات الحرارة والبرودة والضغط ومحدثات الألم ويساعد ذلك فى قيام أجهزة الجسم المختلفة بردود الفعل الملائمة والتى تحافظ على الحيوان ككل .

جلد السهيم :

البشرة فى السهيم رفيعة وتتكون من طبقة واحدة من الخلايا المكعبة أو العمادية ، كما أنها تحتوى على غدد وحيدة تسمى الغدد الكأسية ويغطى الجلد من الخارج طبقة كيتينية رقيقة . وتقوم خلايا البشرة على غشاء رقيق يسمى الغشاء القاعدى الذى يفصلها عن الأدمة الموجودة تحتها .

والأدمة فى السهيم متكونة من طبقة رفيعة من نسيج ضام تحتوى على الخلايا اللونية ويوجد تحت الأدمة طبقة تحت أدمية هلامية تحتوى على القليل من الياف النسيج الضام وهذه الطبقة متصلة بالفواصل العضلية الموجودة تحتها .



قطاع عمودى فى جلد السهيم

V.S. of skin of Amphioxus

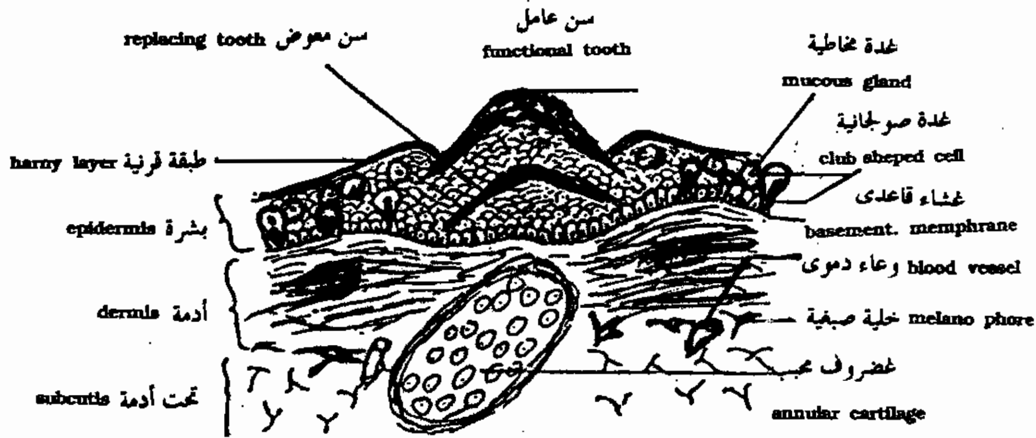
الجلد فى دائرية الفم مثل البتروميزون :

تتركب البشرة فى الجلكى من طلائية حرشفية مصففة مثل بقية الفقاريات وهذه الطلائية تحتوى على أنواع عديدة من الغدد منها خلايا مفرزة للمخاط ذات نواه قاعدية مضغوطة وخلايا مخاطية منقطة ذات أنوبة مستديرة وحبيبات عديدة وخلايا صولجانية تستقر على الغشاء القاعدى ، والبشرة فى الجلكى ملساء ناعمة لاتحتوى على مكونات صلبة ويغطيها من الخارج طبقة قرنية رقيقة .

والأدمة فى الجلكى سميكة وتتركب من نسيج ضام كثيف متكون من ألياف متلاصقة وممتدة تحت الغشاء القاعدى ويوجد تحت هذه الطبقة نسيج ضام خلالى يحتوى على خلايا صبغية وأوعية دموية .

الأسنان القرنية فى الجلكى :

يحتوى الجلد المبطن للقمع الفمى للجلكى على أسنان قرنية سريعة التساقط والاحلال ، وتوجد هذه الأسنان أيضا على اللسان القاطع وتستخدم لقطع لحم السمكة الكبيرة التى يتعلق بها الجلكى ويتغذى على دمائها وهذه الأسنان القرنية تعتبر زوائد من البشرة متكونة من تحور فى خلايا البشرة إلى مادة كيراتينية والأسنان السطحية تسمى



الجلكى ــ قطاع عمودى فى الجلد فى منطقة القمع الفمى

PETROMYZON
V.S. of skin in the buccal funnel region

الأسنان العاملة ويوجد تحتها أسنان بديلة تحل محلها عند تآكلها أو تساقطها ويدعم كل سن غضروف محبب يوجد فى الأدمة ويتكون منها .

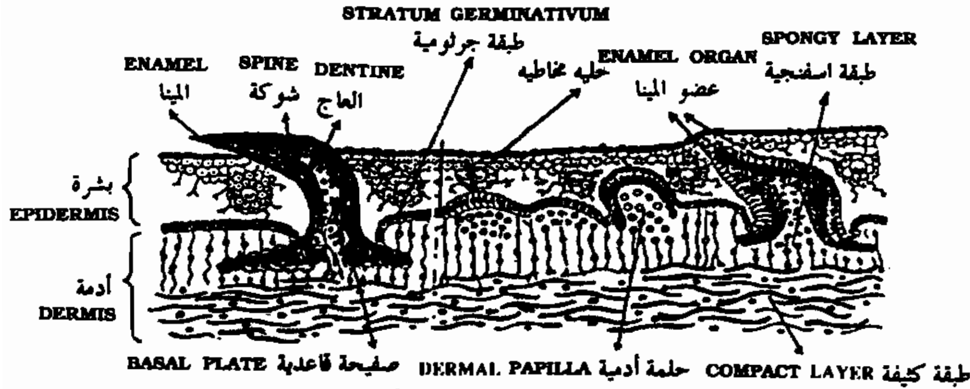
جلد الأسماك الغضروفية مثل كلب السمك :

جلد الأسماك الغضروفية يتكون من بشرة تحتوى على خلايا قليلة مفرزة للمخاط وأدمة متكونة من نسيج ضام تحتوى على خلايا لونية تقع تحت الغشاء القاعدى .

ويوجد على سطح الجلد فى الأسماك الغضروفية حراشف أو قشور عديدة تسمى الحراشف الدرعية وكل واحدة منها تتكون من تجويف وسطى لبى يحيط به طبقة من مادة السنين يغطى سطحها من الخارج طبقة رقيقة من المينا ويحتوى تجويف اللب على اعصاب وأوعية دموية عديدة .

تكوين القشور الدرعية :

فى المراحل الأولى لتكوين القشور الدرعية تتجمع بعض الخلايا المعروفة بمكونة السنين Odontoblasts تحت الغشاء القاعدى ويزداد عدد الخلايا بالانقسام حتى تكون مايعرف بالحلمة الأدمية dermal papilla وفى نفس الوقت تستطيل الخلايا الجرثومية المكونة لطبقة ملبيجى والملاصقة للحلمات الأدمية ويطلق عليها الآن العضو المفرز للمينا enamal organ وتفرز خلايا الحلمة الأدمية طبقة من السنين على سطحها الخارجى وفى نفس الوقت يفرز عضو المينا طبقة رقيقة من المينا تغطى طبقة السنين ، وبأستمرار إفراز السنين والمينا تنمو بأطراد شوكة الحرشفة الدرعية ناحية سطح الجلد حتى تبرز عليه من الخارج ، ويستمر إفراز السنين من الحلمة الأدمية عند قاعدة الشوكة لتتكون الصفحية القاعدية (basal plate) وتضيق الفتحة الواسعة الموجودة تحت تجويف اللب تدريجيا حتى تصبح ممثلة بفتحة صغيرة واحدة أو اثنتان لمرور الأوعية الدموية والأعصاب من الأدمة إلى داخل تجويف اللب وبزيادة ضيق فتحة تجويف اللب تضغط الصفيحة القاعدية على الأوعية الدموية المغذية للحرشفة الدرعية ويتوقف نموها ، ويعمل الإمداد الدموى بعد ذلك على تغذيتها والمحافظة عليها فقط وعادة ماتكون هذه الحراشف سهلة التساقط .



ق . ع فى جلد كلب السمك يظهر تكون الحراشف الدرعية

Diagram of a vertical section through the skin of a dogfish, showing development of placoid scales. (After Neal and Ratiel).

أسنان الأسماك الغضروفية :

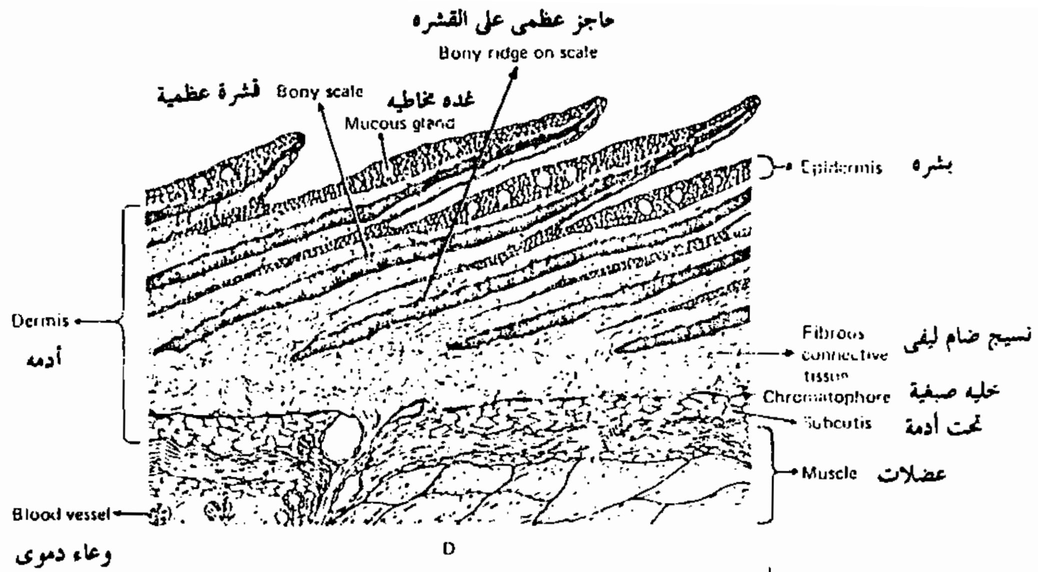
تعتبر هذه الأسنان حراشف درعية متحورة ومتكونة من الجلد المبطن لتجويف الفم وهى متصلة بالفكوك بواسطة نسيج ضام فقط . ولذلك فهى سهلة التساقط أثناء مهاجمة القرش لفريسته وتحل أسنان جديدة محل المتساقطة باستمرار ، وتقع الأسنان العاملة على جافة الفك والأسنان المتكونة حديثاً تقع تحتها مباشرة لتندفع إلى الحافة عند الحاجة .

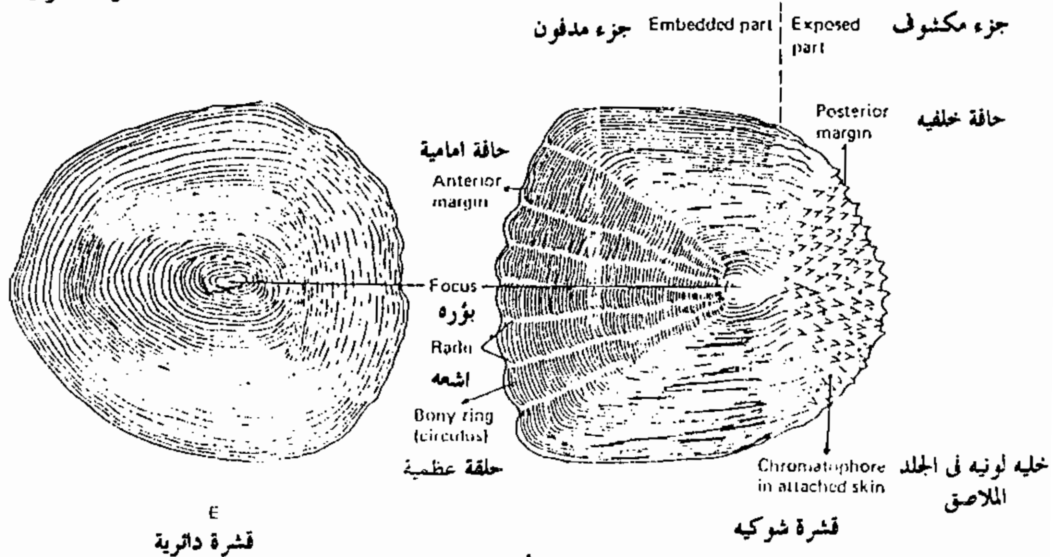
تماثل الحراشف الدرعية مع أسنان ذوات الفكوك :

تعتبر الحراشف الدرعية الموجودة فى الأسماك الغضروفية مماثلة فى الشكل والتركيب والنشأة لأسنان الفقاريات ذوات الفكوك (الأسماك ــ الثدييات) فالأسنان تتكون من الجلد المبطن لتجويف الفم والجزء الخارجى منها والمسمى بالتاج يماثل شوكة الحرشفة الدرعية ويماثل الجزء السفلى من السن الصفحية القاعدية للحرشفة ويوجد تجويف اللب فى كلاهما يحتوى على أوعية دموية وأعصاب كما أن كلاهما متكون من مادة السنين المغطاة بالمينا .

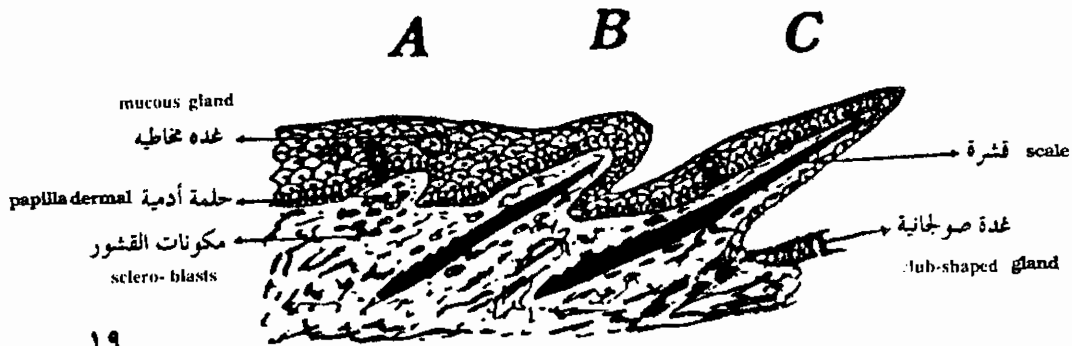
جلد الأسماك العظمية :

تتكون البشرة من طلائية حرشفية مصففة تحتوى على خلايا مخاطية وصولجانية ولاتتحول الطبقة السطحية للجلد إلى مادة حرشفية لأنه مغطى بقشور دائرية صلبة ، والادمة تتكون من نسيج ضام يحتوى على خلايا صبغية وتنشأ منها القشور الدائرية





انواع القشور فى الأسماك العظمية



مراحل تكوين القشرة الدائرية العظمية فى الاسماك

المفلطحة والتى يترسب فيها العظم على شكل حلقات متتالية فى المواسم المختلفة ويمكن تحديد عمر السمكة بعدد الحلقات ويلاحظ ان النمو فى الحلقات يكون سريعا فى الربيع والصيف ويكاد يتوقف فى موسم الشتاء ، وتتراكب القشور فوق بعضها بحيث تغطى القشور الأمامية تلك الموجودة خلفها وتكون القشور مدفونة فى الجلد بواسطة جزئها الأمامى وحرة من الخلف .

تكوين القشور العظمية الدائرية فى الأسماك العظمية :

يبدأ ظهور القشرة الدائرية على شكل تجمع من خلايا أدمية تسمى بمكونة القشرة (Scleroblasts) وهذه الخلايا تتجمع تحت الغشاء القاعدى وتترتب لتكون حلمات أدمية (dermal papillae) ثم تفرز هذه الحلمات الأدمية صفيحة عظمية فى منتصفها ، تكون نواه لتكوين القشرة فى وضع مائل وتنمو إلى الداخل وإلى الخارج لتدفع بالبشرة إلى الخارج وقد تتمزق البشرة فى بعض المناطق لتبرز منها القشرة عارية خارج الجسم ، وباستمرار النمو تزداد القشرة فى الحجم والسمك بترسب كميات إضافية من العظم حتى تتراكب القشور فوق بعضها وتظهر فيها حلقات العمر ، وبعض القشور الدائرية فى الأسماك العظمية تحتوى على أشواك فى مؤخرتها وتسمى هذه بالقشور الشوكية (ctenoid scales) والقشور لها تجاويف شعاعية تسمى بالخطوط المائلة أو الشعاعية (radial lines) تساعد فى تثبيت مقدم القشرة فى جلد السمكة .

جلد البرمائيات :

جلد البرمائيات عار ناعم وزلق ويتركب من طبقتين أساسيتين كما هو المعتاد فى الحيوانات الفقارية عموما ، فيتركب من بشرة (epidermis) وأدمة (dermis) يفصل بينهما غشاء قاعدى .

البشـــرة :

وتتكون من طبقة مليجى ذات الخلايا العمادية التى تنقسم باستمرار لتعطى عدة طبقات من خلايا اسفنجية تقل فى الحجم كلما اتجهنا الى سطح الجسم وتتفلطح لتعطى طبقة قرنية خارجية .

بشره
Epidermis
طبقه اسفنجيه
Stratum spongiosum
أدمه
Dermus
طبقة كثيفة
Stratum compactum
طبقه قاعدية
Stratum basalis
خليه لونيه
Chromatophore
غدد مخاطيه
Mucous gland
غدد مختلطه
غدد سميه

ق ع في جلد الضفدعة

Skin cross section

انبوبية بسيطه
غدة عرقية
انبوبية مركبه
حويصليه مركبه
انبوبية حويصليه
حويصليه بسيطه

الغدد عديدة الخلايا في الحيوانات الفقارية

الأدمـــة :

وتتكـون من نسيـج ضام سائب يحتوى على العديـد من الأوعيـة الدمويـــة والأعصاب وعلى الخلايا اللونية (melanophores) التى تتحكم فى لون الضفدعة الذى يتغير تبعا لدرجة الحرارة والرطوبة وكمية الضوء كما تحتوى الأدمة على غدد مخاطية عديدة يتركب جدارها من خلايا مكعبة مفرزة للمخاط الذى يتجمع داخل تجويف الغدة الحوصلى الشكل ثم يسيل منها للخارج فيساعد على تبادل الغازات خلال الجلد أثناء البيات الشتوى كما يساعد على هروب الحيوان من أعدائه . كما توجد غدد سمية كبيرة الحجم جدرها متكونة من مدمج خلوى (syncetium) وهى تفرز مادة سامة تساعد على قتل الميكروبات أو فى مقاومة الأعداء وهذه الغدد توجد بكثرة فى منطقة الغدة النكفانيه (paratoid gland) الموجودة خلف العين .

اللون فى جلد الضفدعة :

توجد فى جلد الضفادع خلايا لونية كثيرة ذات زوائد عديدة يتحكم فى انتشار الحبيبات اللونية داخلها عاملان أحدهما هرمون يسمى ميلاتونين يفرزه الجسم الصنوبرى (pineal body) الموجود على السطح العلوى للمخ الأمامى ويسبب انكماش الخلايا اللونية ابيضـاض اللون والآخر يسمى الهرمون المنشط للخلايا اللونية (MSH) أو الهرمون المنشط لإفراز الميلانين والذى يفرزه الفص الأوسط من الغدة النخامية الموجودة أسفل المخ الأمامى والذى يسبب انتشار سريع للحبيبات اللونية فى زوائد الخلية مسببا قتامة فى اللون ويؤثر الضوء والحرارة والنظر على إفراز تلك الهرمونات وبالتالى على اللون فى البرمائيات .

تكوين الغدد عديدة الخلايا :

تتكون الغدد من طبقة البشرة وتنمو فى اتجاه الأدمة المفككة ويقع جسم الغدة نفسه فى الأدمة بينما يمر عنقها فى البشرة لتطلق إفرازاها على سطح الجسم ويكون الإفراز على شكل عرق أو مخاط أو زيت أو مادة سمية حسب وظيفة الغدة ونوع الحيوان والغدد إما بسيطة أو مركبة من عدة وحدات وهى إما أنبوبية أو حويصلية أو مختلطة .

وغالبا ماتكون قناة الغدة مفرزة وتكون وظيفتها توصيل الإفراز إلى الخارج ويطلق اسم الغدد ذات الإفراز الخارجى (exocrine glands) على هذا النوع من الغدد أما اسم الغدد الصماء (endocrine glands) فيطلق على الغدد التى تفقد اتصالها بالخارج وتكون عديمة القناة وتسمى أفرازاتها الهرمونات .

وتتكون الغدد بالترتيب التالى :

١ ــ انغماد حبل من الخلايا المسمطة من البشرة إلى الأدمة .
٢ ــ تفرع هذا الحبل من الخلايا إلى عدة فروع أنبوبية الشكل .
٣ ــ ظهور تجويف داخلى فى الأفرع لتتكون القنوات الغدية فى الغدد الأنبوبية .
٤ ــ إزدياد حجم التجويف داخل نهايات الغدد لتتكون حويصلات فى حالة الغدد الحويصلية .
٥ ــ اختفاء عنق الغدد فى حالة تكوين الغدد الصماء .

جلــد الزواحــف :

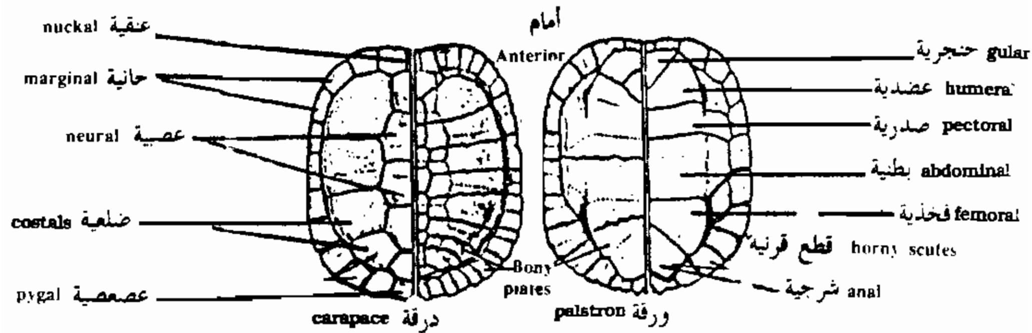
يتميز جلد الزواحف باحتوائه على حراشف قرنية تمثل تغلظات فى الطبقة القرنية للجلد ولذلك تعتبر هذه الحراشف ذات نشأة من البشرة ، وجلد الزواحف يحتوى على غدد قليلة موجودة فى مناطق محددة مثل الثقوب الفخذية فى الضب والتى يعتبرها بعض العلماء ثقوب للتهوية وليست غدداً حقيقية .

تكوين الحراشف القرنية للزواحف :

تنشأ حلمة أدمية فى المنطقة التى ستتكون بها الحرشفة تنمو إلى الخارج لتدفع بالبشرة أمامها ، وتتلقى طبقة ملبيجى مادة غذائية غنية من الأوعية الدموية الموجودة بجوار الحلمات الأدمية فتنشط خلايا طبقة ملبيجى الموجودة فوق الحلمات وتنقسم بسرعة أكبر لتعطى طبقات جديدة من الخلايا التى تتفلطح تدريجيا وتتحول إلى مادة قرنية لتكون الحرشفة القرنية .

والبشرة القرنية للزواحف متساقطة وليست دائمة فتسقط قطعة واحدة فى الثعابين أو

على شكل فتات كما فى السحالى ، كما يوجد فى بعض الزواحف مثل السلحفاة والتمساح قشور عظمية (Osteoderms) تنشأ من الأدمة بطريقة مشابهة لتكوين القشور العظمية فى الأسماك ، ويلاحظ أن السلاحف تنمو فيها هذه القشور بدرجة كبيرة لتلتحم مع بعضها ومع الضلوع الموجودة تحتها لتكون درقة كبيرة تحيط بالجسم ويمكن انسحاب الرأس والأطراف داخلها للحماية وتتكون الدرقة فى السلاحف من جزء ظهرى وآخر بطنى متصلان من الجوانب إما بعظام كما فى السلاحف الأرضية أو بنسيج ضام كما فى السلاحف البحرية . والجزء الظهرى يسمى الدرقة ويتكون من صف وسطى من القطع يسمى بالقطع العصبية لأنه يقع فوق الحبل العصبى والقطعة الأولى من هذا الصف تسمى العنقية والأخيرة العصعصية ، يلى هذا الصف إلى الخارج القطع الضلعية وعددها (٤) ثم (١١) قطعة حافية ، ويسمى الغطاء البطنى بالورقة ويتكون على كل جانب من الأمام إلى الخلف من قطعة حنجرية ثم عضدية فصدرية فبطنية ثم فخذية وأخيراً قطعة شرجية فى مؤخرة البطن .



الدرقة والورقة أو الغطاء الظهرى والبطنى للسلحفاة

The shell of turtle (Chrysemys) showing the arrangment of external horny scutes over the bony plates.

القشور القرنية المتكونة من البشرة :

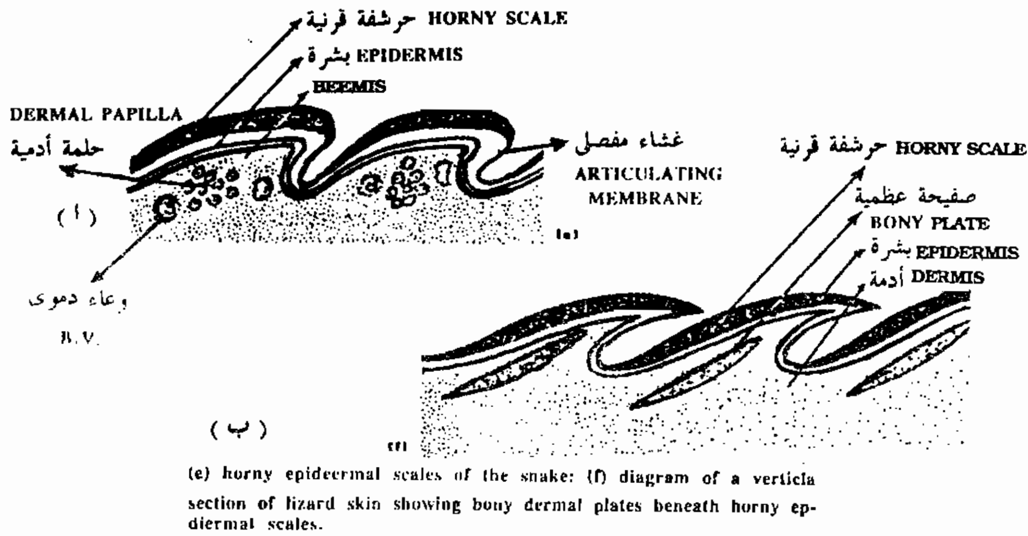
(Keratinized epidermal structures)

تنثنى بشرة الزواحف على نفسها حول بروز صغير من الأدمة يسمى بالحلمة (papilla) لتكون قشورا قرنية وتتحول البشرة على جانبى الحلمة إلى طبقة تنسحب من داخلها كلية المكونات الميزودرمية الأدمية تاركة الطبقة الطلائية العلوية والسفلية متلاصقتين وهذه القشور تختلف فى الشكل من بروزات صغيرة كما فى الحرباء إلى قشور قرنية رفيعة متراكبة كما فى الثعابين .

والقشور القرنية ناتجة من الطبقة القرنية للبشرة ويجب أن لايخلط بينها وبين القشور العظمية الموجودة فى الأسماك والتى تنشأ أساسا من طبقة الأدمة .

وتكون القشور القرنية مفلطحة فى السلحفاة لتغطى الصفائح العظمية المكونة للدرقة (carapace) والورقة (plastron) وتتصل العضلات بالقشور البطنية المصفوفة عرضيا فى الثعبان وتحركها الى اعلى والى أسفل وبذلك تساعد هذه القشور فى حركة الثعابين .

والقشور القرنية المميزة للزواحف يوجد مثلها فى أرجل الطيور وعلى ذيل بعض الثدييات الكيسية والفئران .



(e) horny epideermal scales of the snake: (f) diagram of a verticla section of lizard skin showing bony dermal plates beneath horny epdiermal scales.

القشور القرنية فى جلد الثعابين (أ)

القشور القرنية الموجودة فوق صفائح عظمية أدمية فى السلحفاة (ب)

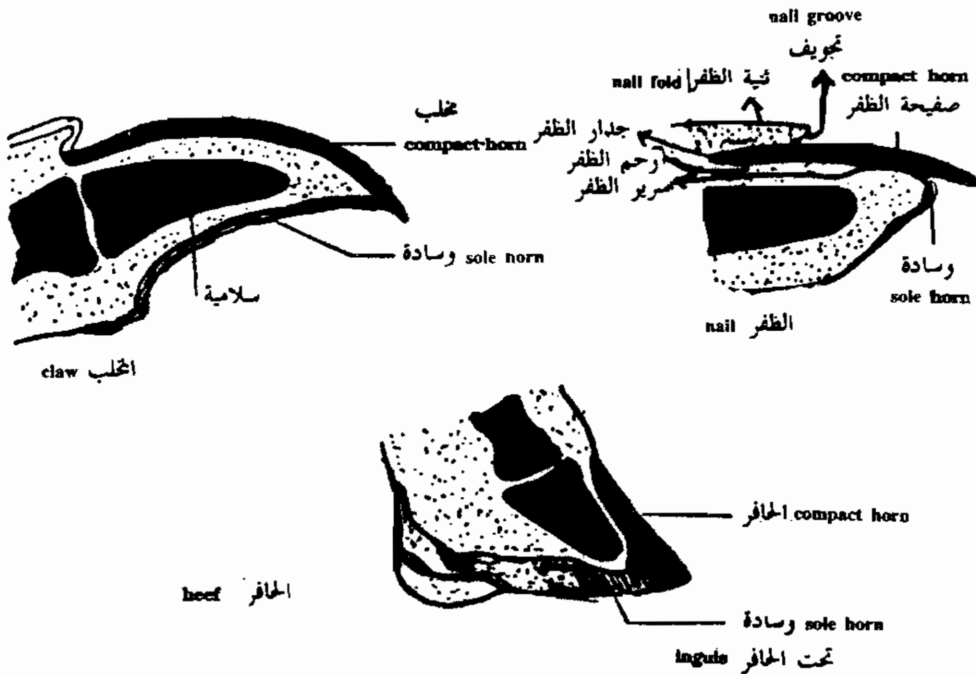
المخالب والأظافر والحوافر :

تعطى الطبقة القرنية لبشرة الرهليات المخالب (claws) التى تتحور لتعطى الأظافر (nails) أو الحوافر (hoofs) فى معظم الثدييات وتغطى هذه التراكيب السلاميات وتشبه القشور القرنية الموجودة على الزواحف وأرجل الطيور .

ويتركب الظفر من صفيحة الظفر claw plate وهى طويلة وصلبة تحتها وسادة (pad) من نسيج أنعم وأقل صلابة ليقابلها فى الحافريات حافر (hoof) ووسادة تحت الحافر (sole plate) ويتركب الحافر من عدة صفائح ظفرية قصيرة ملتحمة مع بعضها بقوة بمادة لاصقة وتحت الحافر يكون عبارة عن وسادة تحت المنحنى الموجود على حافة الحافر .

والصفيحة القرنية المكونة للظفر تغطى سرير الظفر (nail bed) وهى مغطاة من الجوانب ومن الناحية القريبة من الجسم بواسطة جدار الظفر (nail wall) ويفصل تجويف الظفر (nail groove) سرير الظفر عن جدار الظفر وتغطى ثنية الظفر (nail fold) عادة جزءاً أبيض هلالى الشكل يقع ناحية قاعدة الظفر يسمى القمر (lanule) .

وثنية الظفر لها نفس طبقات الجلد والجزء الواقع أسفلها يسمى رحم الظفر (nail matrix) وهو الذى يكون ظفرا جديدا من البقايا الميتة للخلايا الطلائية القرنية ، أما الطبقة الجرثومية التى تعطى سطح سرير الظفر فإنها لاتساهم فى عمل الظفر الجديد ولكنها تكون سطحا لينزلق الظفر فوقه أثناء النمو .



جلـد الطيـور :

جلد الطيور عادة رفيع لأنه مغطى بغطاء كثيف من الريش وهو جاف ذو طبقة قرنية ناعمة خارجية والبشرة مكونة من خلايا حرشفية مصففة رفيعة أما الأدمة فهى غنية بالخلايا الدهنية ..والغدد الوحيدة الموجودة فى جلد الطيور هى زوج من الغدد العصعصية uropygal glands التى تفتح فى حلمة فوق الذيل وهى تفرز سائل زيتى يستخدم فى تشحيم المنقار والريش . وغطاء المنقار يتكون بطريقة مشابهة لتكوين الأظافر والمخالب . وللطيور حراشف قرنية ومخالب على الأرجل وتوجد مخالب أيضا على حافة الأجنحة وخصوصا فى الصغار .

الريـــش :

الريش هو زوائد جلدية يوصف عادة بأنه حراشف متحورة وهذا التماثل قائم على طريقة التكوين وعلى ملاحظة أنه فى الحمام ينشأ الريش من الحراشف الموجودة على الساقين وفى بعض الطيور مثل البوم نجد أن الريش والحراشف موجودة جنبا إلى جنب على الجلد وللريش وظيفتان أساسيتان فهو يساعد فى حفظ درجة حرارة الجسم ثابتة كما يساعد فى الطيران .

والريش يتميز إلى ثلاثة أنواع ريش محيط contour feathers وزغب down feathers ووبر filoplumes ويصطف الريش عادة على الجسم ولكن فى مناطق معينة مثل تحت الجناح وحول فتحة الشرج يكون مبعثرا بلا نظام .

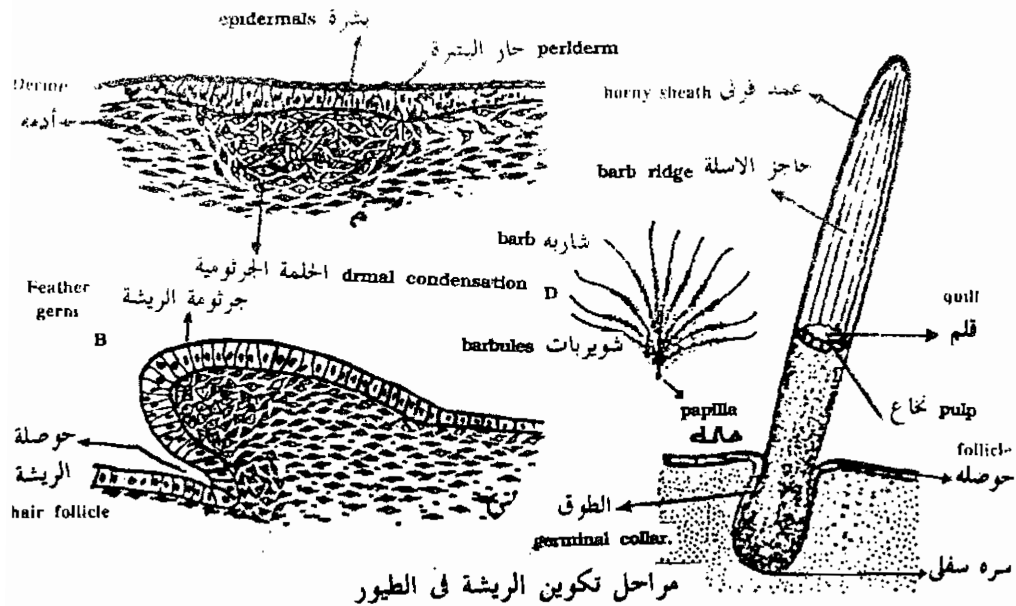
تكــوين الريــش :

يبدأ تكوين الريش بتجمع خلايا عديدة فى الأدمة لتكوين الحلمة الأدمية ، وتكون غنية بالأوعية الدموية ومغطاة بطبقة متضخمة من البشرة تسمى جرثومة الريشة وبزيادة الانقسام فى خلايا الحلمة الأدمية تبرز البشرة إلى الخارج كما تنمو أيضا متعمقة داخل الأدمة لتكون حفرة حول قاعدة الريشة تسمى بالحوصلة (hair follicle) يحيطها الطوق الجرثومى (germinal collar) وتسمى البداية الأولى للريشة بجرثومة الريشة (feather germ) .

وباستمرار النمو تتميز الريشة إلى قلم (quill) كيتيني ناشيء من خلايا البشرة يحيط بتجويف أدمي نخاعي غني للأوعية الدموية والأعصاب ومغطى بغمد خارجي متكون من الطبقة الخارجية للبشرة .

وعند اكتمال نمو الريشة ينفجر الغمد الخارجي ويتميز القلم الداخلي إلى أسلات (barbs) وأسيلات (barbules) وتنبسط الأسلات مكونة النصل (vane) وباكتمال النمو يضغط الطوق الجرثومي على قاعدة الريشة ليمنع الأمداد الدموى إلى داخل اللب (pulp) فتجف الريشة ويقل الإحساس بها . ولكل ريشة فتحتان سفليتان تسمى العليا بالسرة العليا (superior umbilicus) والسفلى التى تفتح إلى الأدمة بالسرة السفلى (inferior umbilicus) .

وينتج لون الريش أما بسبب التركيب الطبيعي للريشة وطريقة انعكاس الضوء عليها مثل اللون الأبيض والأزرق أو بسبب وجود صبغات معينة داخل الخلايا اللونية كما فى حالة اللون الأحمر والأصفر والبنى وهذه الخلايا منتشرة فى الطبقة القرنية للريشة وفى الطبقة المحيطة بحوصلة الريشة .



مراحل تكوين الريشة فى الطيور

Feather formation. A. Feather germ showing condensation of mesoderm beneath the epidermis. B. Feather germ at a later stage. C. Down feather still enclosed in a sheath inferior umbilicus feater after the sheath has split. (C. and D after Rawles, 1960).

تكوين جلد الثدييات :

بتركيب الجلد فى الفقاريات عموما من طبقتين طبقة البشرة (epidermis) وطبقة الأدمة (dermis) وتنشأ من مصدرين مختلفين :

(أ) البشرة طبقة سطحية وتنشأ من الأكتودرم .

(ب) الأدمة هى الطبقة السفلى أو العميقة وتنشأ من الميزودرم .

أ ــ تكوين البشرة : (Development of epidermis) :

(١) في البداية يكون سطح الجلد مغطى بطبقة واحدة من الخلايا الاكتودرمية المكعبة .

٢ ــ تفرز الطبقة السطحية طبقة اخرى من خلايا مفلطحة تسمى جار البشرة (periderm) .

٣ ــ باستمرار النمو تنقسم الطبقة القاعدية لتكون طبقة ثالثة متوسطة من خلايا سداسية .

٤ ــ تستمر الطبقة القاعدية الجرثومية فى الانقسام لتعطى عدة طبقات متوسطة (spongy layer) من خلايا سداسية تتفلطح كلما ابتعدنا عن الطبقة القاعدية لتكون مايعرف بالطبقة المحببة (granular layer) التى تزداد تفلطحا بزيادة بعدها من الطبقة القاعدية حتى تصبح طبقة قرنية horny layer وبذلك يمكن تتميز المناطق التالية فى البشرة :

(أ) طبقة جرثومية قاعدية (basal germinal layer) وتتكون من خلايا عمادية تسمى طبقة ملبيجى .

(ب) طبقة كثيفة اسفنجية (spongy layer) متوسطة .

(جـ) طبقة محببة (granular layer) .

(د) طبقة سطحية قرنية (horny layer) .

وترقد الخلايا القاعدية على غشاء قاعدى (basement membrane) يفصلها عن طبقة الأدمة الموجودة تحتها .

٥ ــ تهاجر الخلايا العصبية من منطقة العرف العصبى (neural crest) للجلد

وتتكون بالتدريج حبيبات من الميلانين داخلها وتسمى فيما بعد بالخلايا المفرزة للميلانين (melanoblasts)

٦ ــ تتكون الغدد العرقية كبروزات أنبوبية من البشرة إلى الأدمة وتكون من النوع الأنبوبى الملتوى (coiled tubular) .

(ب) تكــوين الأدمــة :

تنشأ الأدمة من الميزودرم القادم من القطعة الجلدية (dermatome) التى تتميز إلى نسيج ضام (connective tissue) .

(جـ) تكوين الشعر :

(أ) يبدأ ظهور براعم الشعر على هيئة براعم منقسمة الخلايا (proliferating buds) من البشرة لتخترق الأدمة دافعة أمامها الطبقة الجرثومية .

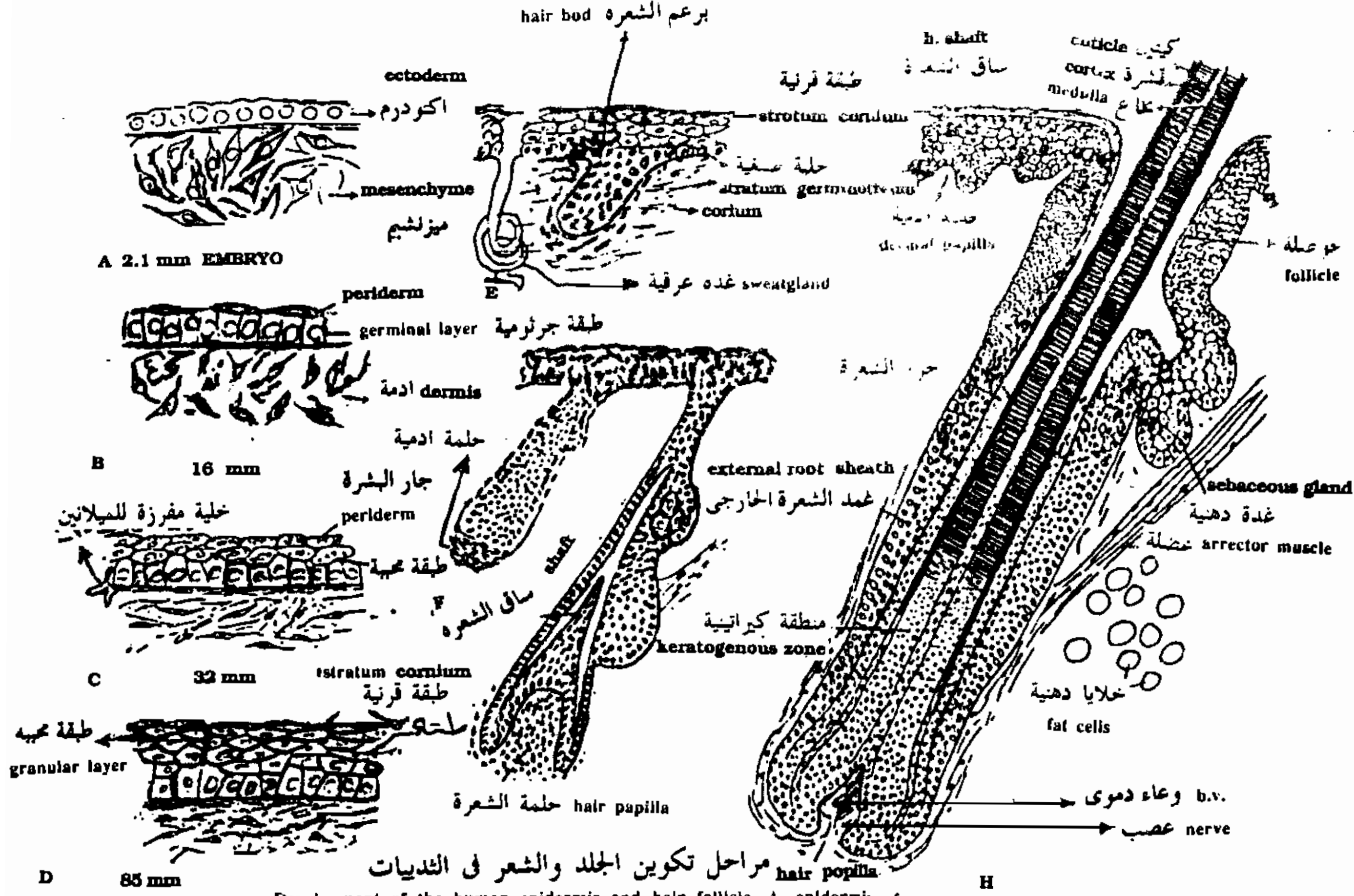
(ب) النهاية العميقة لهذا البرعم تنغمد لتكون حلمة الشعر (hair papilla) .

(جـ) تكون الخلايا الوسطية للبراعم ساق الشعر (shaft) .

(د) باستمرار انقسام خلايا البشرة الموجودة عند قاعدة ساق الشعر تدفع بالشعر إلى أعلى ناحية سطح الجسم ويغذيها خلايا الحلمة الأدمية من أسفل .

(هـ) تتكون الغدد الدهنية (sebaceous glands) كبراعم من جدار الحويصلات الشعرية (hair follicles) وتغذى الشعرة .

وفى معظم الأحيان يكون الشعر الموجود عند الولادة رقيق وضعيف يتساقط بعد الولادة ليتكون بعده الشعر العادى الكثيف المتكون من حويصلات شعرية جديدة كما يكون سطح المولود مغطى بمادة دهنية (مفرزة من الغدد الدهنية) وبعض خلايا البشرة المتحللة (degenerating epithelial cells) ويظن أن هذه المادة تحمى جلد الجنين من تأثير السائل الأمنيوتى الموجود حوله أثناء الحمل ، ويسمى جزء الشعرة المدفون فى الجلد بجذر الشعرة أما الجزء الظاهر فيسمى ساق الشعرة وتتركب الشعرة من ثلاث طبقات متداخلة الخارجية منها تسمى كيتين الشعرة h. cuticle . والوسطى قشرة الشعر (h. cortex) أما الداخلية فتسمى نخاع الشعرة (h. medulle) وعادة مايكون كيتين الشعرة عبارة عن قشور متراكبة وتتركز الخلايا الملونه للشعر فى الطبقة المتوسطة وتضعف الشعرة وتتساقط ويبهت اللون بمرور الوقت ليتساقط الشعر باستمرار ويحل محله شعر جديد وتضعف عملية التجديد بكبر السن .



مراحل تكوين الجلد والشعر فى الثدييات

Development of the human epidermis and hair follicle. A, epidermis of 2.1 mm embryo/ B, epidermis of 16-mm embryo: C, epidermis of 32-mm embryo: D, epidermis of 85-mm embryo/ E to H, progressive stages in the development of the follicle and hair. (After Potten, 1946).

الغـدد اللبنيـة :

الغدد اللبنية موجودة فقط فى جلد الثدييات وسميت الرتبة بالثدييات (Mammalia) بسبب وجود تجمعات من هذه الغدد تعرف بالأثداء وهى ذات أشكال عديدة ففى الثدييات البيوضه تتكون من غدتين على جدار البطن تفرز مادة لزجة تلعقها الصغار من هذه البقع اللبنية . أما فى الثدييات الكيسية فتوجد عدة غدد داخل الكيس الموجود أسفل البطن وتزحف الصغار إلى داخل الكيس بعد الولادة ويلتصق كل واحد منها بحلمة . وفى الحافريات تفتح قنوات كثيرة فى حجرة واحدة جامعة تفتح بقناة واحدة إلى الخارج . والغدة اللبنية فى الرئيسيات تتكون أساسا من فصوص كل منها يعتبر غدة مركبة بها قناة تفتح على حافة حلمة الثدى .

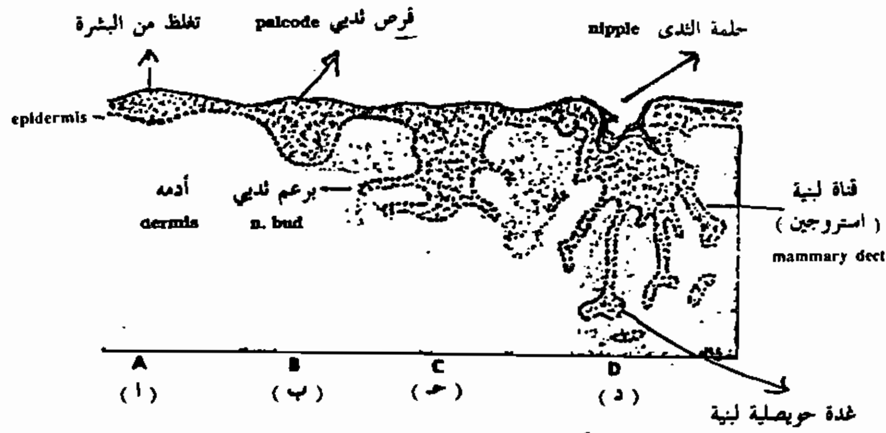
تكوين الغدد اللبنية :

تظهر بداية الحلمات كتغلظات فى البشرة حيث تنقسم الخلايا الاكتودرمية بسرعة لتبرز فى النسيج الميزودرمى الموجود تحتها ويندفع حوالى ١٥ — ٢٠ برعم ثديى فى جنين الإنسان إلى الأدمة من منطقة البشرة التى ظهرت فيها هذه التغلظات وهذه البراعم هى بداية قنوات الغدد اللبنية . وقرب نهاية الفترة الجنينية تتفرع هذه البراعم ولكنها تظل فى حالة خمول حتى وقت البلوغ فتزداد نموا بتأثير هرمون الاستروجين الذى تفرزه الأنثى فى ذلك الوقت .

أما هرمون البروجستيرون فينشط نمو الخلايا الحويصلية الإفرازية وأثناء فترة الحمل حينما يكون مستوى إفراز هذين الهرمونين عاليا من المبيض والمشيمة تنمو القنوات والحويصلات بدرجة كبيرة لتنشىء غددا قابلة للإفراز أما الهرمون المفرز للبن (ليتيوتروفك هرمون) الذى تفرزه الغدة النخامية فهو المسبب للإفراز الفعلى للبن إلى خارج هذه الغدد بعد الولادة .

القـــرون :

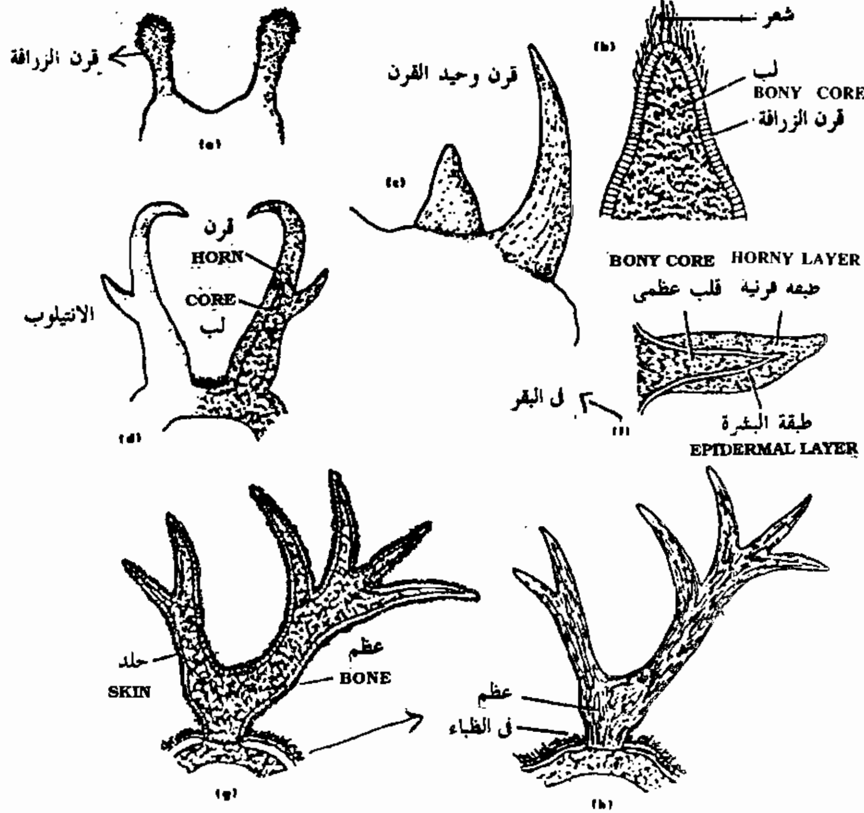
توجد القرون فى الثدييات فقط وهى مكونات غير حية متكونة من مادة قرنية خالية من الأعصاب والأوعية الدموية وهى لاتعوض إذا أزيلت فى بعض الأنواع .



مراحل تكوين الغدد اللبنية

(أ) فى جنين عمره ٦ أسابيع
(ب) فى جنين انسان عمره ٩ اسابيع
(جـ) فى جنين فى منتصف فترة الحمل
(د) عند الولادة

Successive stages of mammary gland development. A, Equivalent to a human embryo at 6 weeks. B, Equivalent to human embryo at 9 weeks and to mouse embryo at 16 days. C, Intermediate stage. D, At birth. Gray area represents dermis (From Kent, G.C.: Comparative anatomy of the vertebrates, ed. 3, St. Louis, 1973, The C.V. Mosby Co.).



شكل وتركيب القرن فى الثدييات المختلفة

Horns and antlers: (a)-(b) "knob horn: " (giraffe)' (c) fiber horn (rhinoceros)' (d) pronghorn antelope; (e)-(f) cow horns; (g) deer antler "in velvet": (h) mature antler.

وقرون الماشية والماعز والأبقار والزرافة لها لب عظمى يسمى عظم القرن (Os Cornu) مغطى للمادة القرنية وهى ليست متفرعة مثل القرون العظمية للغزال ولاتسقط مطلقا بعكس القرون الموجودة فى ظباء أمريكا الشمالية والمتكونة من عظم مغطى بمادة قرنية . وهذا الغطاء القرنى يستبدل بانتظام كل عام فى الأنتيلوب أو تسقط القرون كلها ويتكون غيرها سنويا كما فى ظباء أمريكا .

أما حيوان وحيد القرن فله قرن بسيط بدائى متكون من مادة قرنية صلبة فقط .

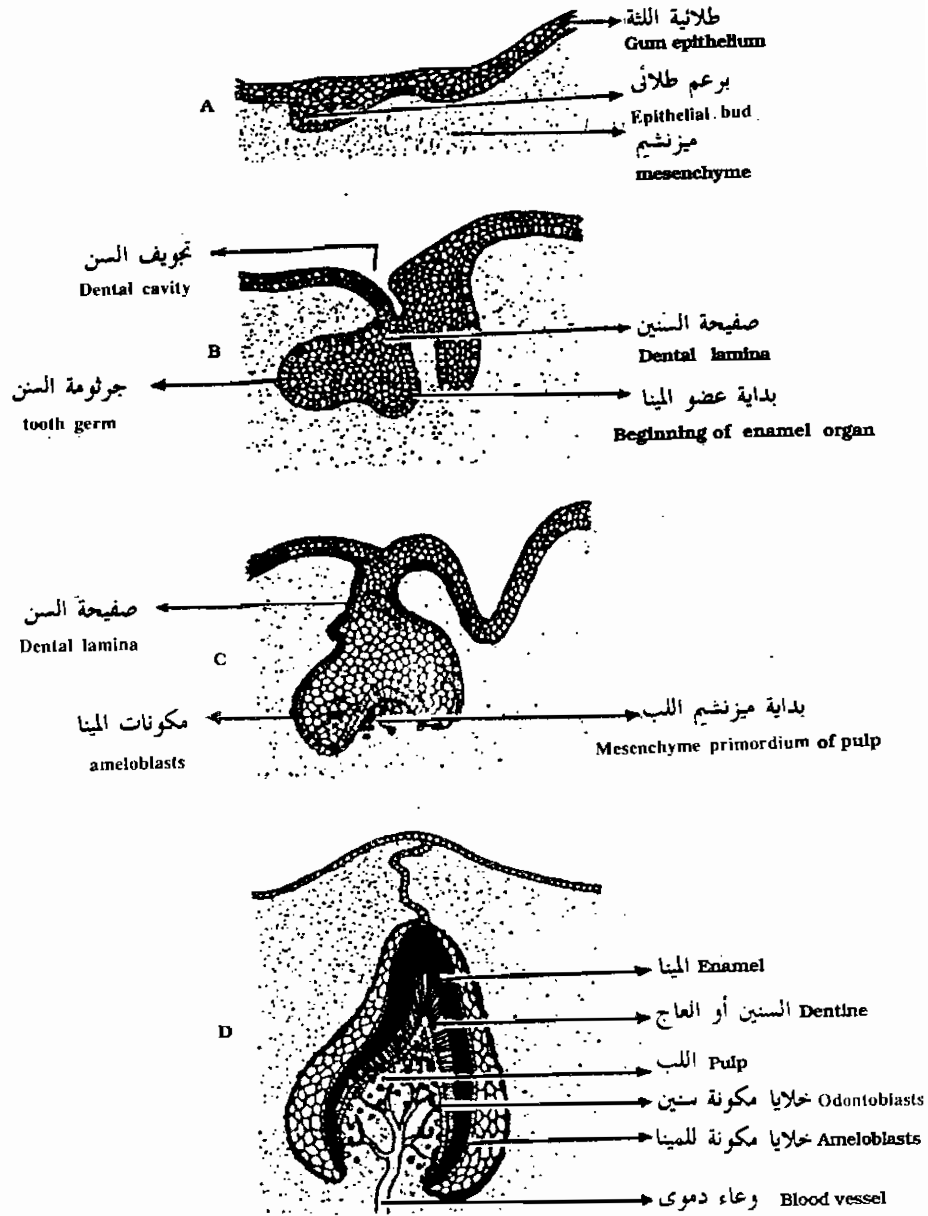
تكوين السن فى الانسان : (Development of human tooth)

١ ـــ يبدأ تكوين السن كأنغماد من البشرة على طول حافة الفك وهذا الانغماد يسمى البرعم السنى ويظل محتفظا باتصاله بالبشرة الخارجية بالصفيحة السنية (dental lamina) .

٢ ـــ يمتد من التجويف السنى بروزات برعمية الشكل على مسافات تسمى الجراثيم السنية (tooth germs) وكل جرثومة سنية تنتج عضو المينا (enamel organ) الفنجانى الشكل الذى له بشرة خارجية وداخلية بينهما تجويف خلوى . وعضو المينا متصل بواسطة شريط من الخلايا بالتجويف السنى ويسمى الشريط بالصفيحة السنية (dental lamina) .

٣ ـــ تتجمع بعض الخلايا الميزودرمية فى فتحة عضو المينا السفلية لتكون الحلمة السنية (dantal papilla) وفى نفس الوقت يتكون جيل أو مجموعة ثانية من الجراثيم السنية بين طلائية اللثة وبين الجراثيم السنية الأولى .

٤ ـــ الطلائية المكونة لطبقة المينا تكون على شكل الجرس ومكونة من خلايا عمادية تسمى مكونات المينا (ameloblasts) وهى تنشط induce تكوين الخلايا المكونة للعاج (odontoblasts) فى الحلمة السنية المجاورة ، والأخيرة بدورها تنتج الطبقة الأولى من المادة السنية وهى مادة رقيقة تسمى العاج الأولى (predentine) وتنتشر ألياف الخلايا المكونة للعاج بين أعمدة العاج الأولى . وظهور العاج الأولى تحت الغشاء القاعدى للخلايا المكونة للمينا يدفعها لإفراز مادة المينا .



تكوين السن فى الثدييات

Development of tooth. Epithelial bud, A, develops into a cup-shaped structure, the enamel organ, which gives rise to the crown of the tooth. Blood vessels in the pulp supply materials to the odontoblasts which is deposited on the inner surface of the enamel organ.

٥ ــ تتجمع مادة المينا الأولية عند قاعدة كل خلية مفرزة للمينا وكلما ابتعدت الخلايا المفرزة للمينا عن المينا الأولية المفرزة تتكون طبقات جديدة وإفراز هذه المادة الرقيقة يكون على مراحل كما يتم ايضا تكلسها على مراحل وهذه المرحلية فى التكوين تتسبب فى ظهور خطوط ريتز (lines of Retzius) الموجودة فى المينا .

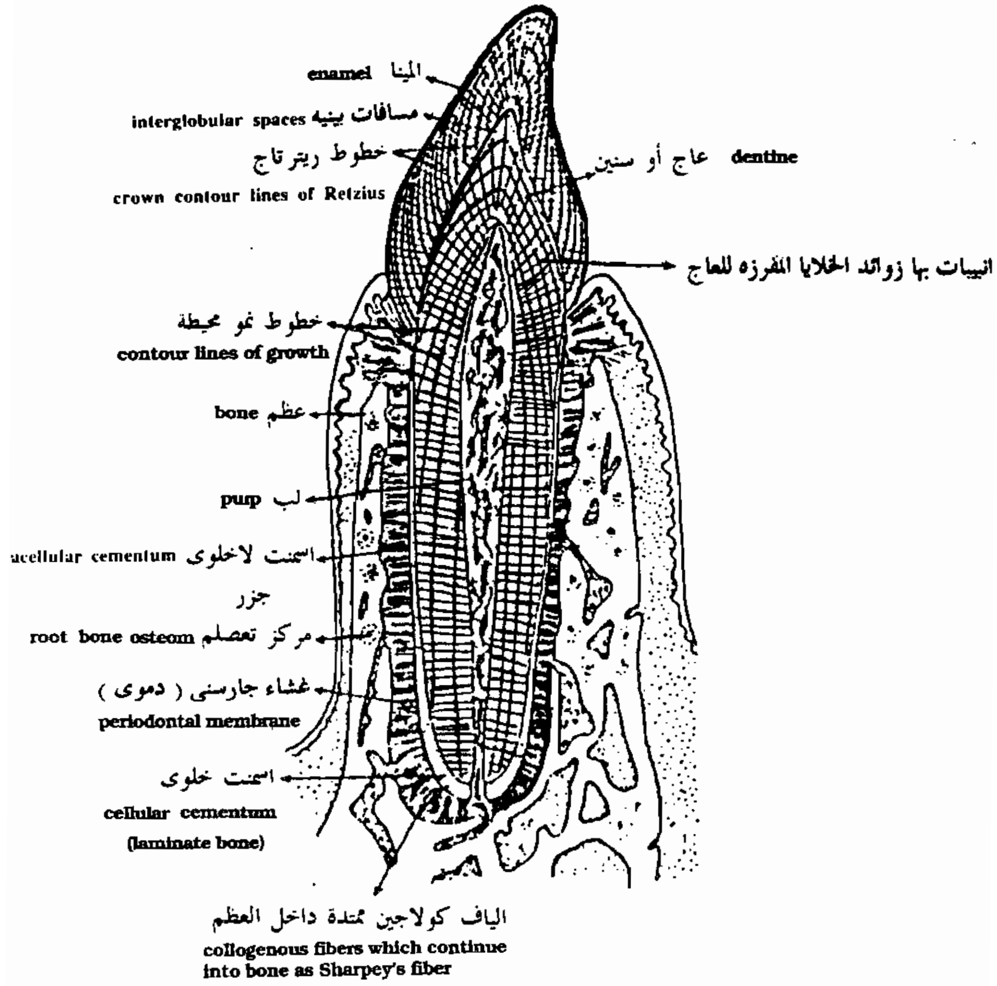
٦ ــ إلى الداخل من الغشاء الفاصل بين المينا والعاج تفرز مادة العاج فى طبقات باتجاه تجويف السن الداخلى أولا على شكل عاج أولى ثم على شكل عاج صلب متكلس يتخلله أنيبيات بها زوائد الخلايا المكونة للعاج وتزداد هذه الأنبيبات طولاً بزيادة إفراز العاج فى طبقات محورية متتالية (contour lines of growth) وابتعاد الخلايا المفرزة للعاج عن الغشاء الفاصل بين المينا والعاج وتكون هذه الخطوط على شكل شعاعى داخل العاج ، وباستمرار افراز المينا والعاج يبرز السن إلى سطح اللثة الخارجى ليستخدم فى طحن الطعام ويحتوى السن على تجويف اللب الناشىء من الأدمة والمحتوى على أوعية دموية وأعصاب ونسيج ضام ، وباستمرار نمو الفك يكون السن منغمدا فى عظام الفك بواسطة جزرين وعند اكتمال نمو السن تضيق الفتحة السفلى لتجويف اللب فيقل الامداد الدموى والعصبى ويتوقف نمو السن ويقل الإحساس به كما توجد خلايا مفرزة لمادة اسمنتية لاصقة عند جزر السن تساعد على تثبيت السن فى الجيب المحيط به والمبطن بغشاء جارسنى (periodontal membrane) غنى بالأوعية الدموية والذى تتخلله ألياف كولاجينية ممتدة حتى العظم الفكى ويكون الجزء الظاهر من السن خارج اللثة مايسمى بالتاج (crown) .

الجهــاز الهيكلــي : (The Skeletal System)

ينقسم الجهاز الهيكلي إلى قسمين رئيسين :

١ ــ هيكل خارجي (exoskeleton) : ويشمل المكونات الصلبة التى يكونها الجلد أو تكون بداخله .

٢ ــ هيكل داخلي (endoskeleton) : ويشمل الأجزاء الصلبة المتكونة من النسيج الميزودرمى العميق .



ق . ع فى سن حيوان ثديى ماراً باللثا يظهر تركيب السن الكامل

Section of mammalian tooth set in the jaw (after Hom, 1957)

وينقسم الهيكل الداخلي إلى :

(أ) هيكل محورى (axial skeleton) ويحتوى على جميع الأجزاء الموجودة على محور الجسم الطولى أو بجواره مباشرة مثل الجمجمة والعمود الفقارى والضلوع والقص .

(ب) الهيكل الطرفى (appendicular skeleton) ويشمل هيكل الزعانف أو الأطراف الزوجية والأحزمة التى ترتبط بها .

الهيكـل المحـورى (Axial Skeleton) :

The Skull الجمجمة

يعتبر وجود الجمجمة من الخصائص الهامة للفقاريات حيث تنشأ فيها جميعا كجمجمة غضروفية فى الجنين تسمى (chondrocranium) وتظل الجمجمة غضروفية فى دائريات الفم والأسماك الغضروفية البالغة أما فى الفقاريات الأعلى فتتحول الجمجمة الغضروفية الجنينية أثناء النمو إلى جمجمة عظمية (osteocranium) .

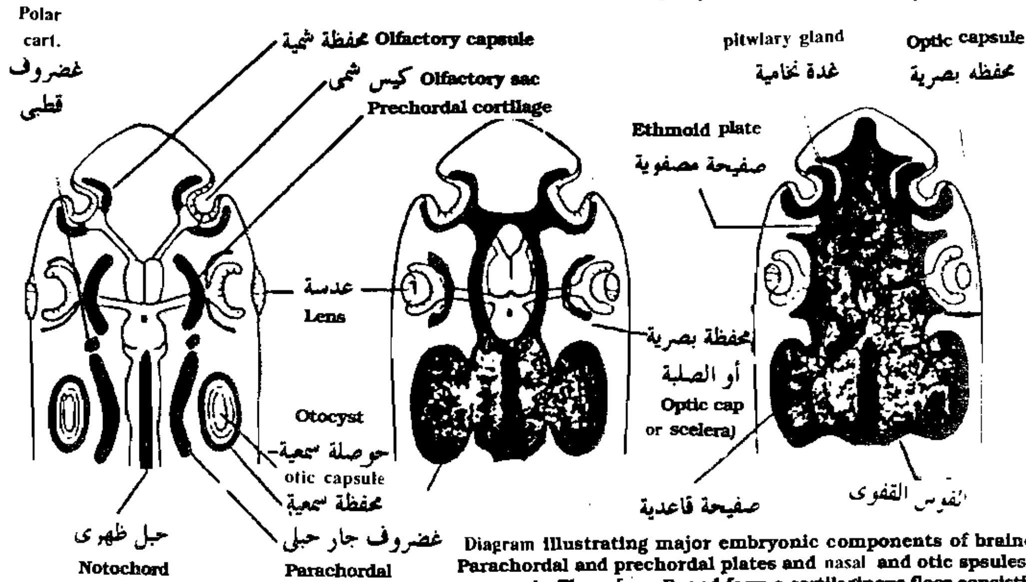


Diagram illustrating major embryonic components of braincase. Parachordal and prechordal plates and nasal and otic spsules first appear, A> These fuse, B, and form a cartilaginous floor consisting of the basilar and ethmoid plates that corporate the notochord, C. (From Kent, G. C.? Compe ative anatomy of the vertebrates, ed. 3. St. Lonis, 1973, Thé V. Mosby Co.)

رسم تخطيطى يوضح خطوات تكوين قاع الجمجمة الغضروفية فى الجنين لدى حيوان فقارى حيث تتحد محافظ الحس مع الغضاريف أمام الحبل الظهرى والمجاورة والغضاريف القطبية مع الجزء الأمامى للحبل الظهرى نفسه فتتكون أماما صفيحة مصفوية وخلفا صفيحة قاعدية بينهما ثقب لمرور الغدة كما يتكون فى مؤخرة قاع الجمجمة القوس القفوى .

وأثناء تكون الجمجمة العظمية تتكون بعض العظام فى الغضروف الأصلى ويطلق على هذا النوع من العظام اسم العظام الغضروفية (cartilage bones) أو العظام المعوضة (replacing bones) أما البعض الآخر فيتكون فى الأنسجة الضامة ويسمى العظام الغطائية (covering bones) أو العظام الغشائية (membranous bones) وهذين النوعين من العظام يدخلان فى تكوين جمجمة الحيوان البالغ .

تنقسم الجمجمة الى :

(أ) صندوق المخ (brain case) ومحافظ الحس (sense capsules) وهى تحيط وتحمى المخ وأعضاء الحس .

(ب) الأقواس الحشوية (visceral arches) : التى تدعم البلعوم وتدخل فى تركيب الفكوك وتساعد فى تعلقها بالجمجمة .

تكوين الجمجمة الغضروفية (Development of chondrocranium)

تتكون الجمجمة الغضروفية فى كل الحيوانات الفقارية بنفس الطريقة ويمكن أن تمثل بوضوح فى الأسماك الغضروفية ففى هذه الأسماك يبدأ ظهور الجمجمة كمراكز ثنائية لتكوين الغضروف فى ميزودرم الرأس تكون أولا قاع الجمجمة وهذه المراكز هى :

١ ــ الصفائح قبل الحبل الظهرى (the trabiculae or Prechordal Plates) .

٢ ــ الصفائح المجاورة للحبل الظهرى (parachordal plates) .

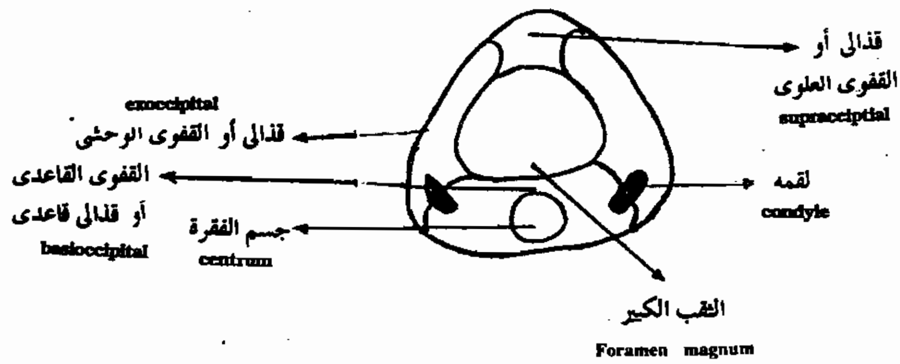
٣ ــ الغضاريف القطبية (polar cartilages) .

وتنشأ هذه المراكز أسفل المخ كما تنشأ فى نفس الوقت محافظ الحس التى تحيط بأعضاء الحس وهى :

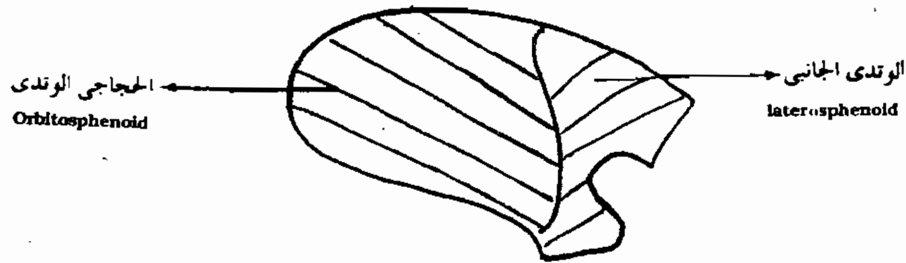
١ ــ المحفظة الشمية (olfactory capsule) : وتحيط بالأنف .

٢ ــ المحفظة البصرية (optic capsule) وتحيط بالعينان .

٣ ــ المحفظة السمعية (anditory capsule) وتحيط بأعضاء السمع .



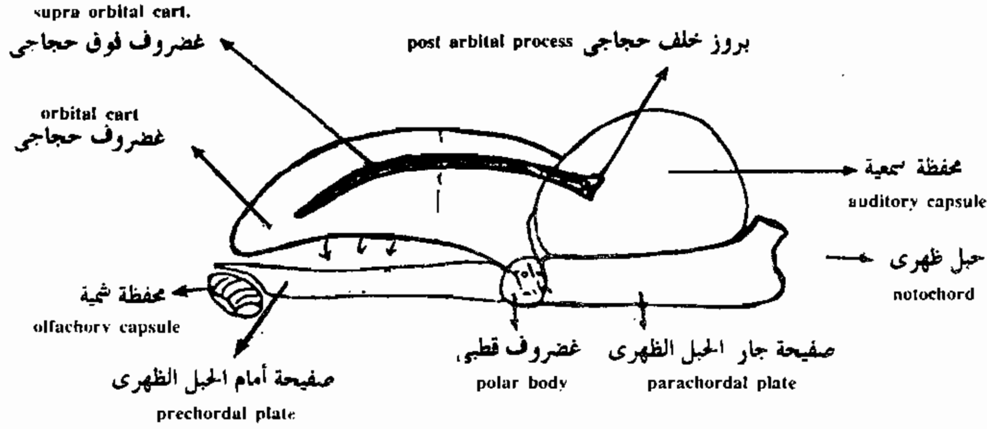
قطاع عرضى فى المنطقة القفوية للجمجمة
T.S. in the occipital region of the skull



الغضروف الحجاجى ــ منظر جانبى
the orbital cartilage – lateral view

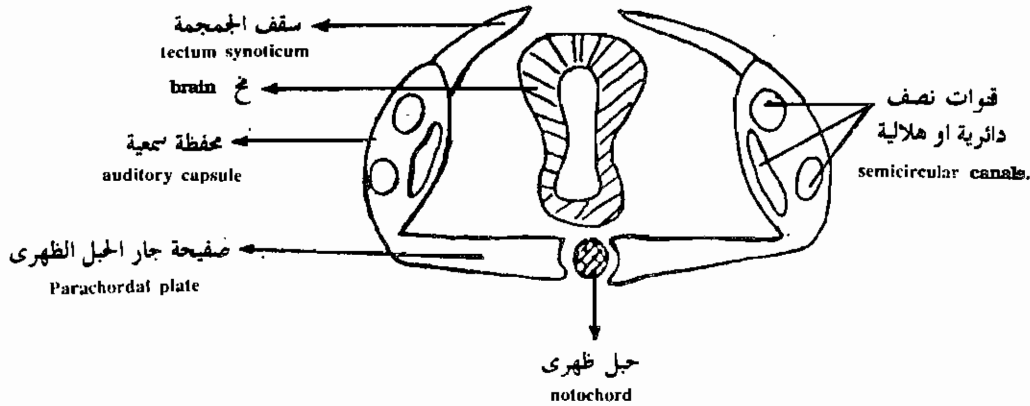
وبعد فترة من الوقت تنمو الصفائح المجاورة للحبل الظهرى والقطبية والموجودة أمام الحبل الظهرى فى اتجاه بعضها حتى تلتحم معا تماما لتكون صفيحة من الغضروف أسفل المخ لتكون قاع الجمجمة وفى نفس الوقت تنمو الصفائح المجاورة للحبل الظهرى جانبياً لتلتحم مع المحافظ السمعية كما تنمو الصفائح أمام الحبل الظهرى للأمام لتلتحم مع المحافظ الشمية أما المحافظ البصرية التى تحيط بالعينان فلا تلتحم مع الجمجمة النامية تماما بل تظل حرة قليلا حتى تسمح بحركة العين الحرة وتسمى المحافظ البصرية بالصلبة (Sclera) .

وعند النهاية الخلفية للحبل الظهرى تتميز اجزاء حاسة على كل جانب لتكون نصفى القوس القفوى (occipital arch) وهذين النصفين ينموان إلى الجوانب وإلى أعلى حتى يلتحما على الخط المنصف الظهرى ليعطيا القوس الحلقى الشكل الذى يحيط بالجزء الخلفى للنخاع المستطيل ومن خلال هذا القوس القفوى يمر النخاع المستطيل ليتصل بالحبل العصبى ويتكون من أسفل القفوى القاعدى وعلى الجانب القفرى الوحشى وإلى أعلى القفوى العلوى ويوجد على سطحه الخلفى لقم للتمفصل مع الفقرة العنقية الأولى المسماه بالفقهة (Atlas)والفتحة بين هذه العظام تسمى الثقب الكبير .



منظر جانبى للجمجمة الغضروفية النامية

lateral view of the developing chondrocranium

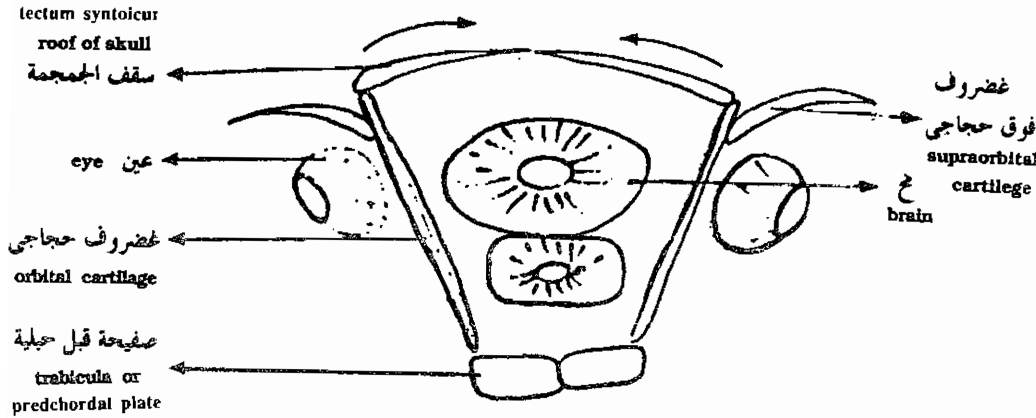


قطاع عرضى فى المنطقة الحبلية للرأس

T.S. in the chordal region of the head

تكوين الجدر الجانبية للجمجمة الغضروفية :
(Formation of the side walls of the chondrocranium)

فى المنطقة الموجودة أمام الحبل الظهرى للجمجمة أى فى منطقة العيون تتكون الجدر الجانبية للجمجمة النامية بواسطة غضروفين يظهران ويسميان الغضاريف الحجاجية (orbital cartilages) وهما يقعان على جانبى المخ وإلى الداخل من العينان وبذلك يكونان الجدر الجانبية لصندوق المخ . وأيضا الحوائط الداخلية لحجاج العين (orbit) وهذه الغضاريف الجانبية التى تتكون مستقلة تنمو بعد فترة إلى الخلف حتى تلتحم بالمحافظ السمعية وإلى أسفل حتى تلتحم بالغضاريف القطبية وتلك الموجودة أمام الحبل الظهرى والمجاورة لها . وفى نفس الوقت تتكون قطعتان غضروفيتان مستقلتان كل منهما على شكل قوس فوق العينان تسميان الغضاريف الفوق حجاجية (supra-orbital cartiages) وهما تنشآن على جانبى الغضروف الحجاجى وتحمى العينان من أعلى حيث تكون سقفا للحجاج على كل جانب وهى تنشأ مستقلة أولا ثم تلتحم فيما بعد بالغضروف الحجاجى المجاور لها كما تلتحم نهايتها الخلفية بالمحفظة السمعية لتكون فى هذه المنطقة البروز خلف حجاج العين (Post-orbital process) وفى الجزء الخلفى (chordal part) تتكون الجدر الجانبية من المحافظ السمعية العمودية .



قطاع عرضى فى المنطقة قبل الحبلية للجمجمة الغضروفية النامية (فى منطقة حجاج العين)

T.S. in the precnordal region of the developing chondrochranium at the orbital region

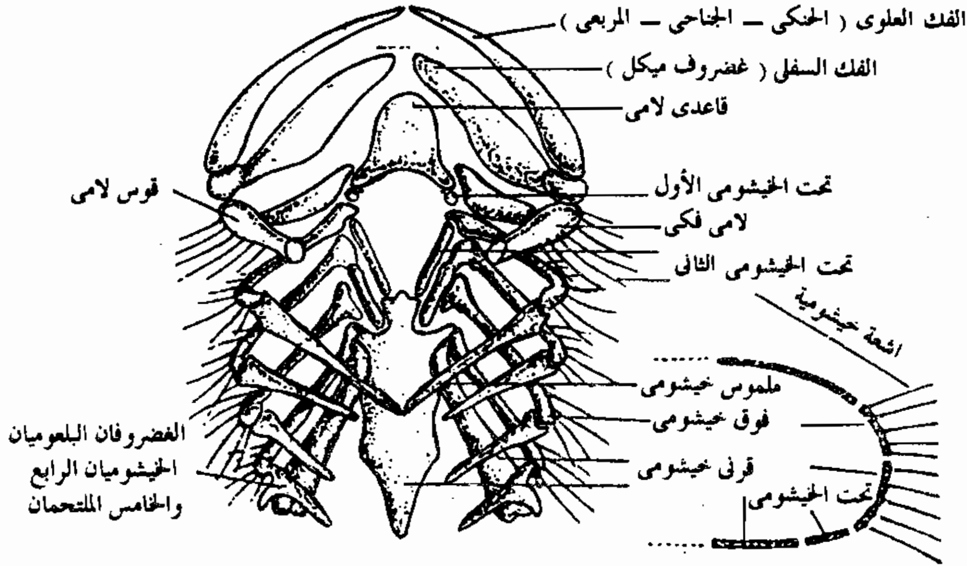
تكوين سقف الجمجمة الغضروفية :

(Formation of the roof of the chondrocranium)

فى المنطقة الخلفية تنمو صفيحتان غضروفيتان من المحفظتين الأذنيتين إلى أعلى وفى اتجاه بعضهما حتى تلتحما معا على الخط المنصف الظهرى وبذلك تتكون صفيحة غضروفية تكون سقفا فوق المنطقة الخلفية من الجمجمة تسمى سقف الجمجمة (tectum synoticum) وفى منطقة العينان تنمو النهايات العليا للغضاريف الحجاجية فى اتجاه بعضهما لتكونا سقفا فى هذه المنطقة أما فى منطقة المحافظ الشمية فلا يتكون سقف فى هذه المنطقة ولكن توجد فجوة كبيرة تسمى باليافوخ الأمامى (anterior fontanell).

الأقواس الحشوية (The Visceral Arches)

فى دائريات الفم يوجد ١٢ ــ ١٤ زوجا من الأقواس الحشوية أما فى ذوات الفكوك فيوجد عادة سبعة أزواج تنشأ من الغروف العصبية حيث تكون كتلة العروف العصبية الموجودة أمام الجيب الخيشومى الأول القوس الحشوى الأول ويسمى القوس



منظر ظهرى للهيكل الخيشومى وإلى يمينه مقطع يوضح التركيب

الفكى (mandibular arch) الذى يكون الفك الأعلى والأسفل (upper & lower jaws) وفى القرش كل نصف فك علوى يسمى الغضروف الحنكى المربعى (qudrato-jugal) حيث يكون النصفان الفك العلوى وكل جانب من الجزء السفلى للقوس يسمى غضروف ميكل (Meckel's cartilage) حيث يكون الجزءان الفك السفلى ، وتتكون الأسنان على الغضروف الحنكى المربعى وغضروف ميكل .

والقوس الحشوى الثانى هو القوس اللامى (hyoid arch) ويعمل فى الأسماك كمفصل (hinge) يتحرك عليه الفك العلوى والسفلى ويتكون كل نصف من جزء علوى يسمى الفكى اللامى (hyomandibular) الذى يتصل بالمحفظة الأذنية بألياف النسيج الضام وجزء أسطوانى جانبى يسمى حول لامى (ceratohyal) وآخر وسطى بطنى يسمى اللامى القاعدى (basihyal) يدعم اللسان وبذلك يكتمل القوس اللامى.

اما الخمسة أزواج الباقية من الأقواس الحشوية فلها علاقة بدعم الخياشيم فى الأسماك وبعض البرمائيات مثل النكتورس (necturus) أما فى الفقاريات العليا عندما تختفى الخياشيم يتحور الهيكل الحشوى ليدعم أجزاء أخرى من الجسم مثل الحنجرة ، ويتركب كل نصف قوس خيشومى من خمسة قطع غضروفية تسمى من أعلى إلى أسفل الغضروف البلعوم خيشومى ثم فوق الخيشومى فحول الخيشومى فتحت الخيشومى ثم الخيشومى القاعدى الموجود على الخط المنصف السفلى للبلعوم ويصل الأقواس الثلاثة الأخيرة مع بعضها .

تعلـق الفـك (Jaw suspension)

يوجد فى ذوات الفكوك ثلاثة أنماط لتعلق الفكوك :

١ ــ التعلـق المـزدوج (amphistylic) :

هذا النوع من التعلق هو أقل الأنواع رقيا ويوجد فى القليل من الأسماك الغضروفية حيث يوجد فى الفك العلوى زائدة علوية تسمى الزائدة السمعية (otic process) تتمفصل مع الزائدة خلف الحجاجية المتكونة على المحفظة الأذنية وبالإضافة إلى هذا التمفصل يتصل الفك العلوى أيضا بمحفظة الأذن بالقطعة العليا من القوس اللامى وهى الفكى اللامى (hyomandibular) الذى يكون ذو نمط متوسط فى هذه الحالة .

٢ ـ التعلـق اللامـى (hyostylic type)

هذا النوع من التعلق موجود فى معظم الأسماك الغضروفية وفى الأسماك العظمية وفيه تختفى كلية الزائدة العليا للحنكى المربعى وبذلك يكون تعلق الفكوك العليا كلها يقوم به الفكى اللامى (hyomandibular) الذى يكون تام النمو فى هذه الحالة كما يتصل الفك السفلى بالغضروف حول اللامى وتساعد بعض الأربطة فى هذا التعلق .

٣ ـ التعلـق الذاتـى (autostylic) :

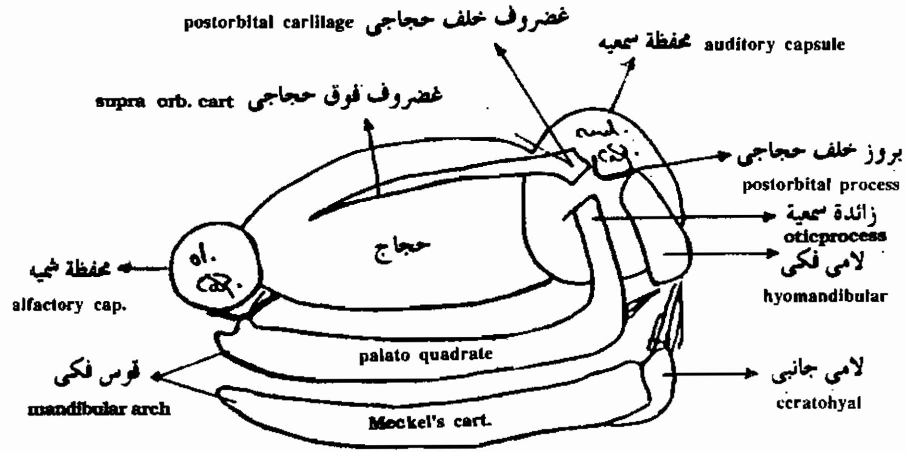
هذا النوع من التعلق الفكى هو أكثرها تقدماً ويوجد فى الأسماك الرئوية ورباعية الاقدام (البرمائيات، زواحف ، طيور ، ثدييات) وفيه يكون اللامى الفكى صغير الحجم أو مختفياً كلية ولايتخذ دورا فى تعلق الفك . ويتعلق الحنكى المربعى بالجمجمة بواسطة زوائده الخاصة . ومن ذلك أشتق الاسم وتوجد أربعة زوائد تكون متمفصلة بشدة فى الجمجمة أو تصبح ملتحمة معها تماما وهذه الزوائد هي :

(أ) **الزائدة الحنكية الأمامية(anterior palatine Process) :**
وتوجد عند النهاية الأمامية للحنكى المربعى وتتصل بالحافظة الشمية .

(ب) **الزائدة السمعية (Otic process)**
وتماثل الزائدة السمعية الموجودة فى التعلق المزدوج وتوجد عند النهاية الخلفية للحنكى المربعى وتتصل بالحافظة السمعية .

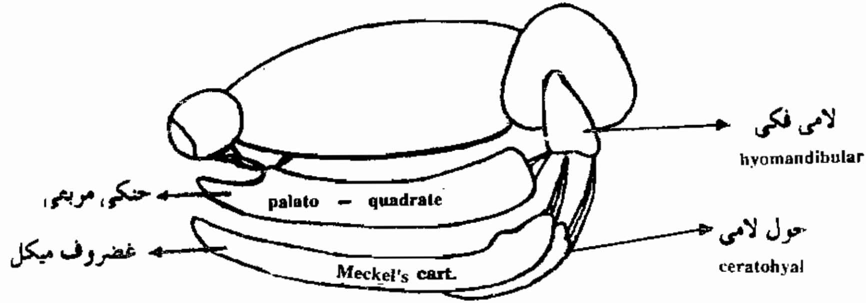
(جـ) **الزائدة الصاعدة (ascending Process) :**
وهي على شكل عصا عمودية تنشأ من منتصف الحنكى المربعى وتتصل بجانب الغضروف الحجاجى .

(د) **الزائدة القاعدية (Basal process) :**
وهى زائدة قصيرة موجودة بجوار الزائدة الصاعدة مباشرة وتتمفصل مع الغضروف أمام الحبل الظهرى (trabecular or prechordal cartilage) .



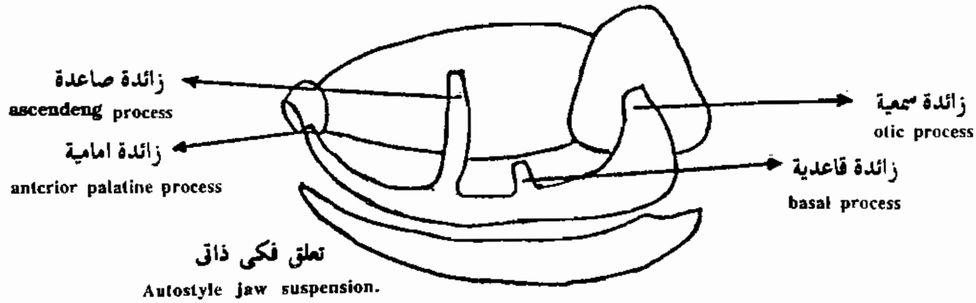
تعلق مزدوج

Amphistylic jaw suspension



تعلق فكى لامى

Hyostylic jaw suspension



تعلق فكى ذاتى

Autostyle jaw suspension.

تعلق الفك فى الحيوانات الفقارية المختلفة

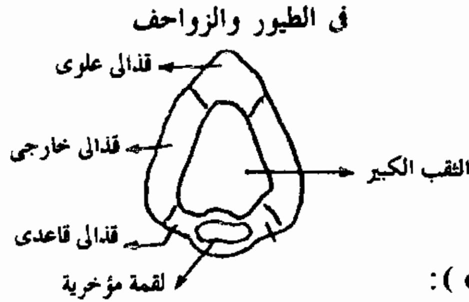
الجمجمـة العظميـة (The bony skull)

في كل الحيوانات الفقارية الأرقى من الأسماك الغضروفية تتحول الجمجمة الغضروفية (التى تتكون فى الجنين) أثناء النمو إلى جمجمة عظمية (bony skull or osteocranium) ويوجد فى هذه الجمجمة نوعين من العظام :

١ ـ عظام معوضة (Replacing bones) .
٢ ـ عظام غطائية أو غشائية (covering or membranous bones).

العظـام المعوضـة (Replacing bones) :

هذه العظام ثابتة تقريبا فى كل الحيوانات الفقارية وتنقسم الى خمسة مجاميع :



١ ـ العظـام القفـوية (occipial bones):

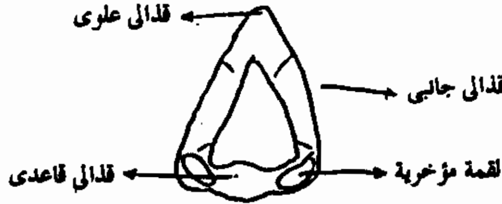
يوجد فى مؤخرة الجمجمة فتحة كبيرة تسمى الثقب الكبير (forumen magnum) يمر خلالها الحبل العصبى ليتصل بالمخ وحول هذه الفتحة توجد أربعة عظام قفوية أو قذالية .

١ ـ القذالى القاعدى (basioccipital) ويوجد عند الحافة السفلى للثقب الكبير ويتكون نتيجة تعظم الجزء الخلفى من الصفيحة المجاورة للحبل الظهرى .

٢ ، ٣ ـ القذالى الخارجى (exoccipital) وتوجدان على جانبى الثقب الكبير وتنشأ من تعظم نصفى القوس القذالى .

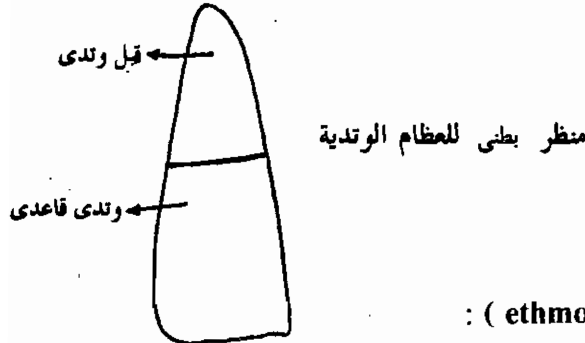
٤ ـ القذالى العلوى (supra occipital) ويكون سقف الثقب الكبير وينشأ من تعظم سقف الجمجمة (tectum synoticum) .

وفى الفقاريات تكون الجمجمة متحركة على العمود الفقارى وهذا يتأتى بتكوين اللقم القذالية (occipital condyles) على العظم القذالى ويوجد فى الطيور والزواحف لقمة مؤخريه وسطية واحدة أما فى البرمائيات والثدييات فيوجد لقمتين جانبيتين .



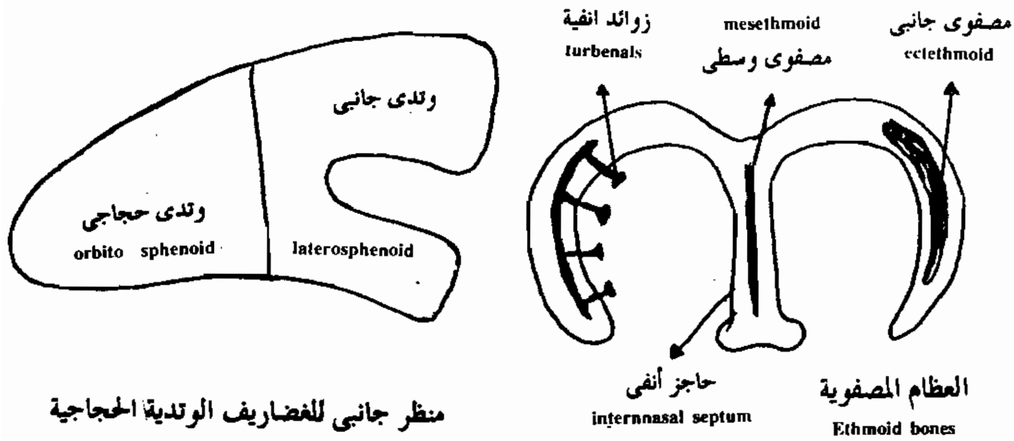
٢ ــ العظــام الوتديــة (sphenoid bones) :

توجد هذه العظام امام العظام القذالية ومنها العظم الوتدى القاعدى (basi-sphenoid الذى يتكون بتعظم الجزء الأمامى من الصفائح المجاورة للحبل الظهرى ويوجد أمامه العظم القبلوتدى الذى يتكون نتيجة لتعظم الصفيحة قبل الحبل الظهرى . وهذان العظمان مفردان ووسطيان . كما يوجد أيضا العظام الوتدية الحجاجية (orbitosphenoid) والوتدى الجانبى (laterosphenoid) وهذه تتكون بتعظم الأجزاء الأمامية والخلفية للغضروف الحجاجى .



٣ ــ العظام المصفوية (ethmoid bones) :

تكون هذه العظام متعلقة بالمحافظ الشمية فتتكون عظمة تسمى المصفوى الوسطى فى الحاجز الذى يفصل بين فتحتى الأنف وعلى الحوائط الجانبية للمحافظ الشمية تتكون عظام تسمى المصفوى الخارجى (ectethmiod) وفى الحيوانات العليا مثل الثدييات ترسل العظام الخارجية بروزات إلى داخل الطلائية الشمية تسمى العوارض الأنفية (turbenals) لتزيد من سطح الطلائية الشميـه .

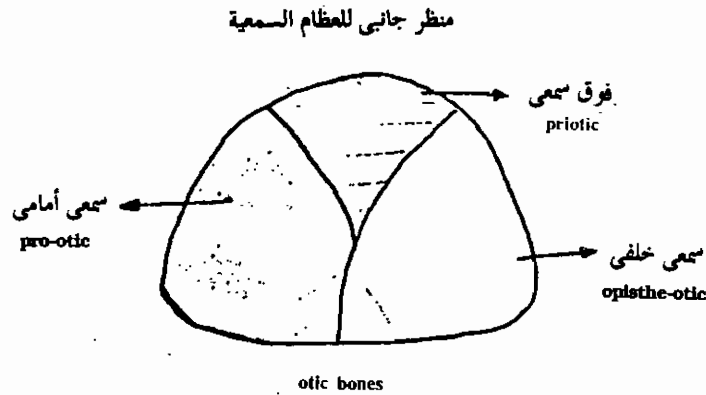


منظر جانبى للغضاريف الوتدية الحجاجية

٤ ــ العظام السمعية (otic bones)

تتكون العظام السمعية من المحفظة السمعية ويوجد عادة ثلاثة عظام سمعية وهى السمعى الامامى (pro-otic) الذى يوجد أمام وأسفل الحويصلة السمعية والسمعى الخلفى (opistho-otic) الذى يتكون نتيجة لتعظم الجزء الخلفى السفلى للحويصلة السمعية والجزء الأخير هو السمعى العلوى (epiotic) الذى يتكون فى الجانب الظهرى للحويصلة السمعية وفى الفقاريات العليا تلتحم العظام الثلاثة معا فى عظمة مستديرة واحدة تسمى الجارسمعى (periotic).

منظر جانبى للعظام السمعية



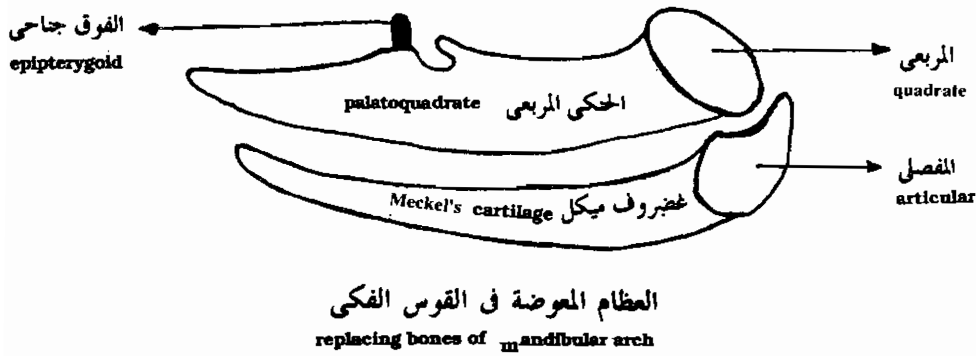
otic bones

٥ ــ العظام المعوضة فى القوس الفكى

(Replacing bones of mandilbular arch)

فى الأسماك الغضروفية يتكون نصف القوس الفكى من العظم الحنكى المربعى وغضروف ميكل اللذان يكونان نصف الفك العلوى والسفلى . أما فى الحيوانات الفقارية ذات الجمجمة العظمية يساهم هذان الغضروفان قليلا فى تكوين الفكوك ويتحول الجزء الخلفى من الحنكى المربعى إلى عظم معوض يسمى المربعى (quadrate) كما يتحول الجزء الخلفى من غضروف ميكل إلى عظم معوض يسمى المفصلى (articular) .

ويتمفصل المربعى والمفصلى اللذان يتكونان فى الجزء الخلفى من الجمجمة معا ليكونا مفصل الفكوك كما تتحول الزائدة الصاعدة للحنكى المربعى إلى عظم معوض عصوى الشكل يسمى الفوق جناحى (epipterygoid) أما بقية الحنكى المربعى وغضروف ميكل فعادة ماتنحل وتتكون بقية الفكوك من عظام غطائية ستوضح فيما بعد .



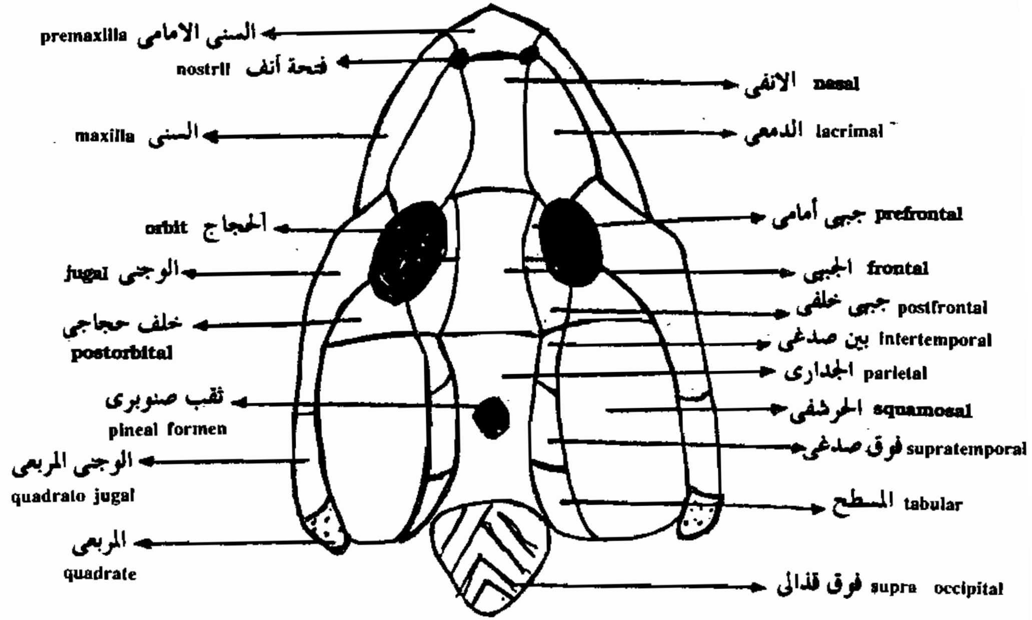
العظام المعوضة فى القوس الفكى
replacing bones of mandibular arch

العظام الغطائية فى رباعيات الأقدام

(Covering bones of Terapoda)

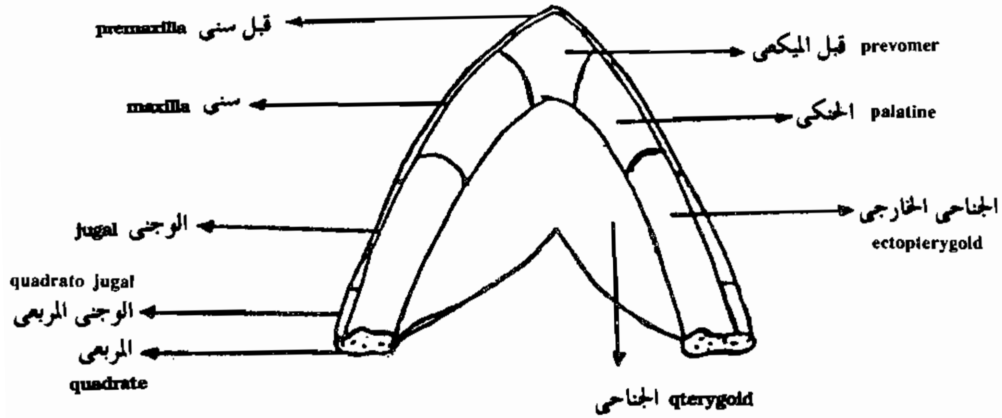
أولا ــ فـى البرمائيـات (In Amphibia) :

تعتبر جمجمة مصفحة الرأس (stegocephalia) (وهى حفرية برمائية) أساساً لدراسة الجمجمة فى كل رباعيات الأقدام وفيها تكون العظام الغطائية غطاءاً كاملا للجمجمة فيه الفتحات الآتية فقط :



منظر ظهرى للعظام الغطائية لجمجمة رباعيات الاقدام البدائية

covering bones af a primitive tetrapod skull



العظام الغطائية لقاع جمجمة رباعيات الاقدام البدائية

cavering bones of the floor of a primitive tetrapod skull

فتحتا أنف لأعضاء الشم (nasal openings) .

حجاجان للعينان (orbits) .

ثقب صنوبرى واحد (pineal foramen) وهو صغير ووسطى يوجد فى سقف الجمجمة .

وهذه العظام الغطائية توجد تحت الجلد مباشرة وإلى الخارج من الجمجمة الغضروفية وبذلك تغطى وتحيط بالعظام المعوضة . ويمكن تقسيم العظام الغطائية إلى المجموعات التالية :

١ ــ **العظام الوسطية الظهرية (Median dorsal bones) :**
وتكون هذه العظام سقف الجمجمة وهى من الأمام إلى الخلف الأنفية (nasals) والجبهية (frontrals) والجدارية (Parietals) .

٢ ــ **عظام الفك العلوى (Bones of upper jaw) :**
هذه العظام توجد على حافة الفك العلوى وهى السنى الأمامى (premaxilla) والسنى (maxilla) والوجنى (jugal) والوجنى المربعى (quadrato-jugal) .

٣ ــ **العظام حول الحجاجية (circum-orbital bones) :**
العظم الوجنى الذى يكون جزءاً من الفك العلوى يأخذ أيضا دوراً فى الاحاطة بحجاج العين والعظم الدمعى (lacrimal) والجبهى الأمامى (prefrontal) والجبهى الخلفى (post- frontal) والحجاجى الخلفى (post-orbital) .

٤ ــ **العظام الصدغية (temporal bones) :**
تعرف المنطقة الموجودة خلف حجاج العين بالمنطقة الصدغية (temporal region) للجمجمة حيث يوجد فيها أربعة عظام هى البينصدغى (intertemporal) والفوق صدغى (supratemporal) والمسطح (tabular) والحرشفى (squamosal) .

والعظام الغطائية الموجودة فى قاع الجمجمة تسمى الحنكية (palatal bones) ويوجد منها أربعة على كل جانب من الخط المنصف البطنى وهى قبل الميكعى (prevomer) والحنكى (palatine) والجناحى (pterygoid) والجناحى الخارجى (ectopterygoid) .

ثانياً ــ الزواحف (Reptilia):

تقسيم الزواحف يعتمد على خواص الجمجمة وخصوصا خواص المنطقة الصدغية التى تقع خلف الحجاج وتبعا لهذا التقسيم تنقسم الزواحف إلى أربعة مجاميع هي :

١ ــ عديمة الحفرة (Anapsida) :

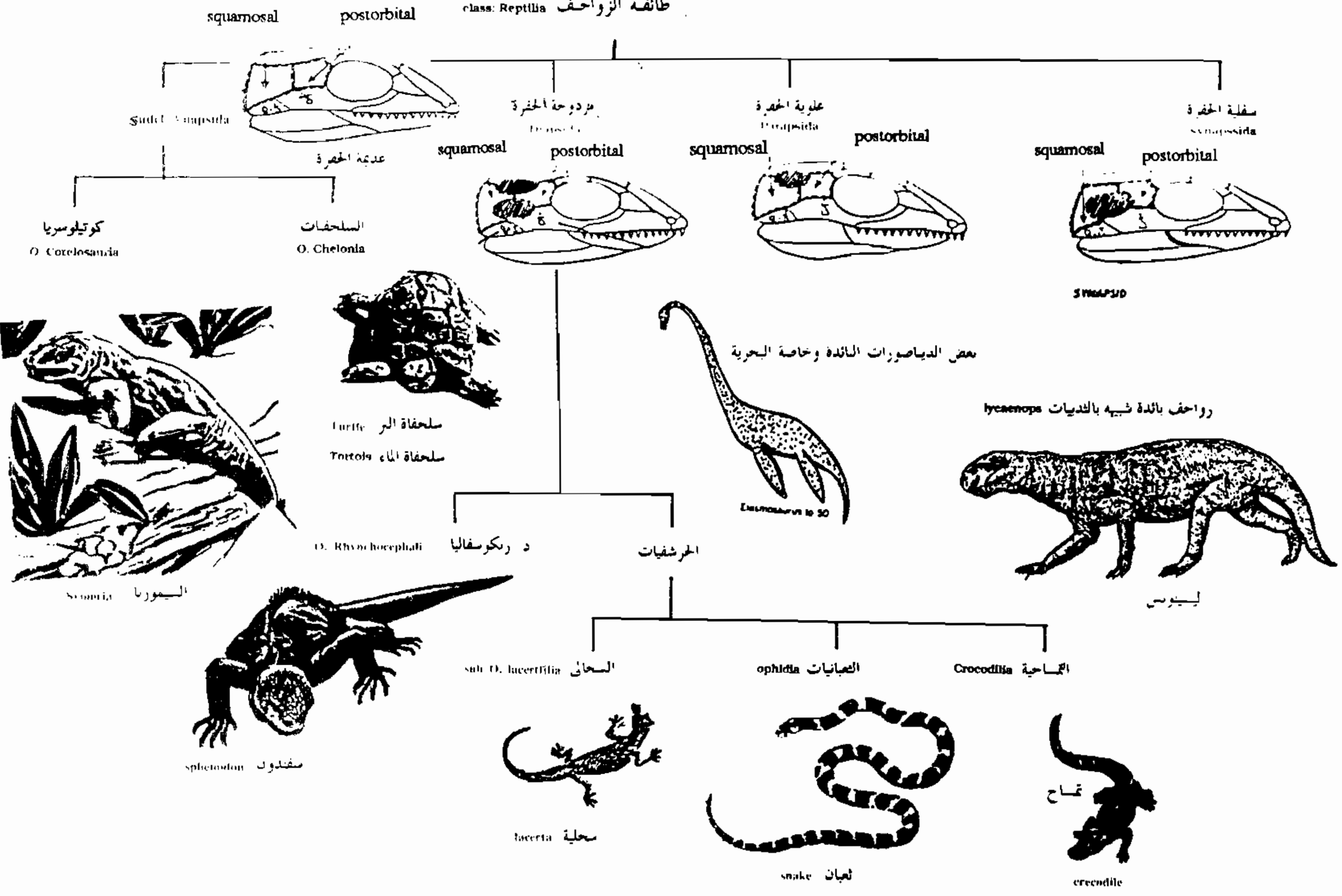
فى هذه المجموعة تكون الجمجمة مشابهة تماما لجمجمة مصفحة الرأس حيث تكون العظام الغطائية سقفا كاملا للجمجمة تتخلله فقط فتحتا الأنف وحجاجان وفتحة صنوبرية وسطية واحدة تقع بين العظام الجدارية (parietals) أما فى المنطقة الصدغية فالعظام الغطائية تكون كاملة وبمعنى آخر لاتحتوى على أى تجويف أو فتحة وتعتبر جمجمة عديمة الحفرة وسطية بين مصفحة الرأس وبين المجاميع الثلاثة الأرقى من الزواحف .

٢ ــ ثنائية الحفرة (diapsida) :

فى ثنائية الحفرة يوجد تجويفان فى المنطقة الصدغية يسميان الفتحة الصدغية العليا (upper temporal fossa) والفتحة الصدغية السفلى (lower tempral fossa) . وهاتان الفتحتان يفصلهما عن بعضهما قوس عظمى يسمى القوس الصدغى العلوى (uppr temporal archade) الذى يتكون من خلف الحجاجى والحرشفى أما القوس الصدغى السفلى (lower temporal archade) الذى يحيط بالفتحة الصدغية السفلية من أسفل فيتكون من الوجنى (jugal) والوجنى المربعى (quadrato-jugal) .

٣ ــ علوية الحفرة (parapsida) :

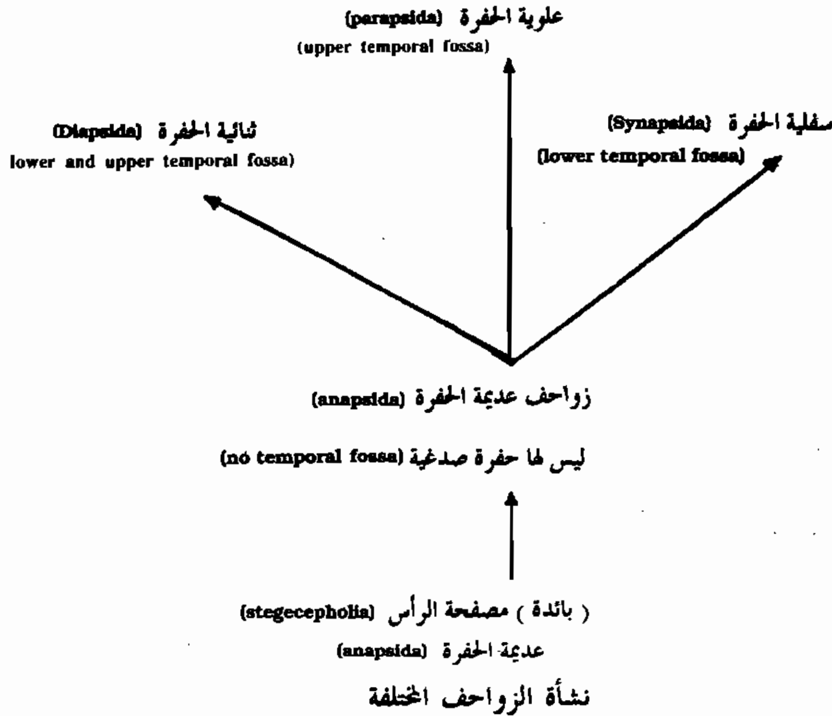
فى هذه المجموعة يوجد فتحة واحدة تقع فوق العظم الحجاجى الخلفى والحرشفى وهذه الحفرة تقابل الفتحة الصدغية العليا لثنائية الحفرة . وبذلك تكون علوية الحفرة لها فتحة صدغية علوية واحدة على كل جانب من جانبى الرأس مثل بعض الزواحف البائدة .



طائفة الزواحف class: Reptilia
squamosal
postorbital
Subcl. Anapsida
عديمة الحفرة
مزدوجة الحفرة
علوية الحفرة
Parapsida
سفلية الحفرة
Synapsida
SYNAPSID
كوتيلوسوريا
O. Cotelosauria
السلحفات
O. Chelonia
سلحفاة البر Turtle
سلحفاة الماء Tortois
Scomria السيموريا
بعض الدياصورات البائدة وخاصة البحرية
رواحف بائدة شبيه بالثديات lycaenops
ليسنوبس
د ركوسفاليا O. Rhynchocephali
الحرشفيات
sphenodon سفندون
sub O. lacertilia السحالى
ophidia الثعبانيات
Crocodilia التماحية
lacerta سحلية
snake ثعبان
تماح
crocodile

٤ ـــ سفلية الحفرة (Synapsida) :

فى هذه المجموعة تحتوى المنطقة الصدغية على فتحة صدغية واحدة تقع تحت العظم خلف الحجاجى الخلفى والحرشفى وبذلك يكون لها فتحة واحدة مماثلة للفتحة الصدغية السفلية فى ثنائية الحفرة مثل التماسيح .

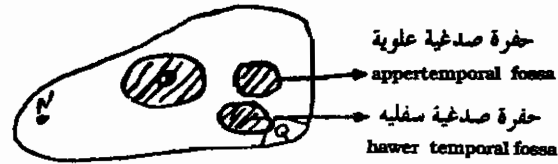


نشأة الزواحف المختلفة

الفك السفلى للزواحف (The lower jaw)

فى كل الزواحف ماعدا الثعابين يتصل نصفا الفك السفلى مع بعضهما بتركيب غضروفى أو عظمى بحيث لايمكن فُصل نصفى الفك عن بعضهما أما فى الثعابين فيتصل الفكان السفليان من الناحية الأمامية بأربطة مرنة تتيح لنصفا الفك أن يبتعدا عن بعضهما بحيث يستطيع الثعبان التهام فريسة حجمها أكبر من حجم الرأس الأصلى ويساعد الفك السفلى فى ذلك حركة العظم المربعى للخارج والتجويف الكبير الموجود فى المنطقة الصدغية .

ويتكون نصف الفك السفلى من العظم السنى (dentary) الذى يحمل الأسنان والعظم الزاوى (angular) السفلى والفوق زاوى (supra-angular) العلوى كما يوجد العظم التاجى (Coronoid) الممتد لأعلى والعظم المفصلى (articular) وهو عظم معوض (replacing) يمثل تعظم النهاية الخلفية لغضروف ميكل ويمكن رؤية هذه العظام كلها من الخارج أما من داخل الفك السفلى فيوجد العظم الطحالى (splenial) وقبل المفصلى (pre-articular) الذى يتحد مع العظم المفصلى .



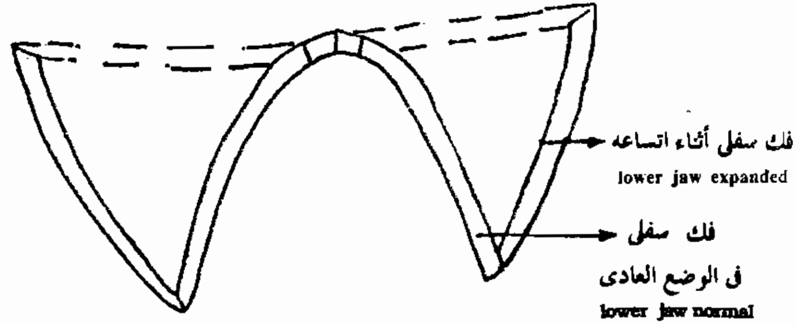
skull of Diapsida ثنائية الحفرة



lacertilia السحالى



ophidia الثعابين



فك سفلى للثعابين

Lower jaw of aphidia

رتبة الحرشفيات (O. Squamata)

رتبة الحرشفيات (السحالى والثعابين) وهى أكثر الزواحف انتشارا على الأرض الآن . وتقمس إلى تحت رتبتين :

١ ــ تحت رتبة السحالى (So. lacertilia) .

٢ ــ تحت رتبة الثعبانيات (So. Ophidia) .

وتنتمى الحرشفيات إلى الزواحف ثنائية الحفرة (diapsida) التى يوجد فيها تجويفان صدغيان ولكن يلاحظ وجود تحور عن ثنائية الحفرة المثالية فقد اختفى فى الحرشفيات القوس الصدغى السفلى وأصبحت الحفرة الصدغية السفلية مفتوحة من الناحية البطنية .

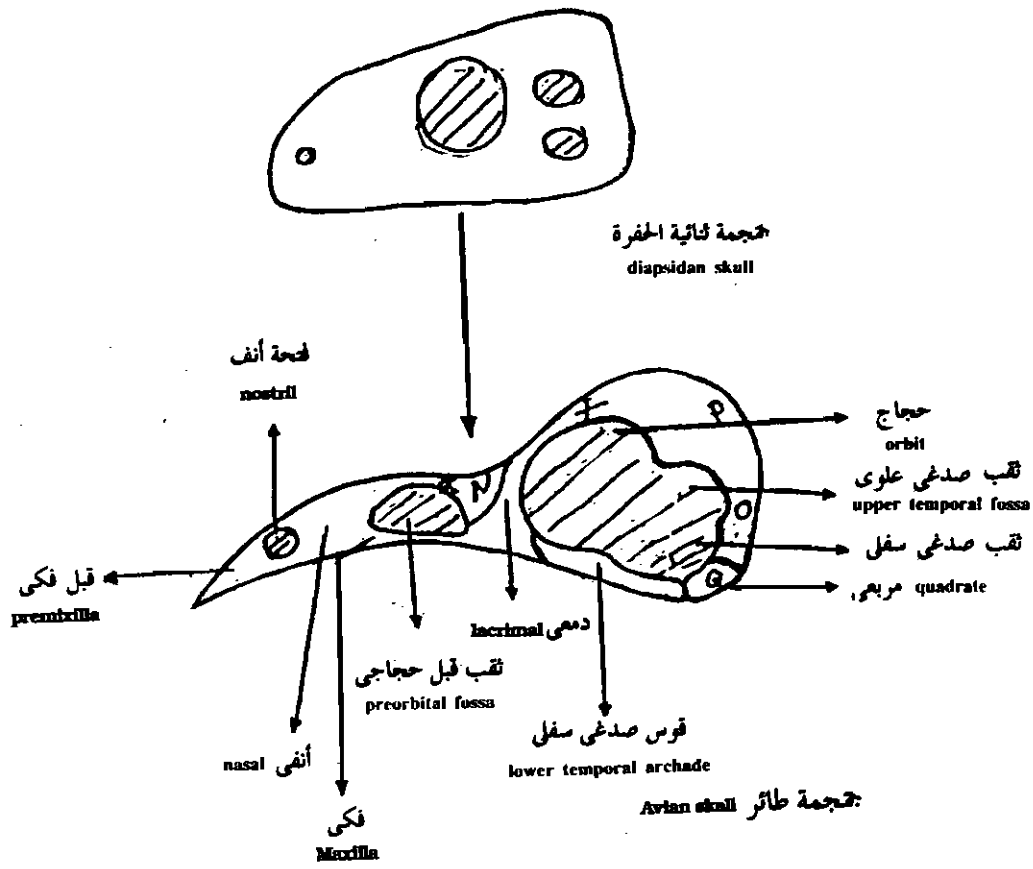
وفى الثعبانيات اختفى أيضا القوس الصدغى العلوى وأصبحت الجمجمة ذات فتحة كبيرة تمثل الفتحة الصدغية العليا والسفلى لثنائية الحفرة ونتيجة لاختفاء القوس الصدغى السفلى فى الحرشفيات والقوس الصدغى العلوى والسفلى فى الثعبانيات أصبح العظم المربعى (quadrate) متصلا بالجمجمة من الناحية الظهرية فقط وأصبح بهذه الطريقة حر الحركة . وقد أعطيت هذه التحورات فى الفك العلوى اتساعا زائداً لتجويف الفم فى هذه الرتبة من الزواحف . وتسمى الجمجمة ذات العظم المربعى المتحرك بالجمجمة ذات التعلق العارى (streptostylie) أو المتحرك أما جماجم الزواحف الأخرى التى فيها العظم المربعى ثابت فى مكانه فيطلق عليها جمجمة ذات تعلق ثابت (monimostylic) .

سقف الحلق فى الزواحف (The Palate in Reptilia) :

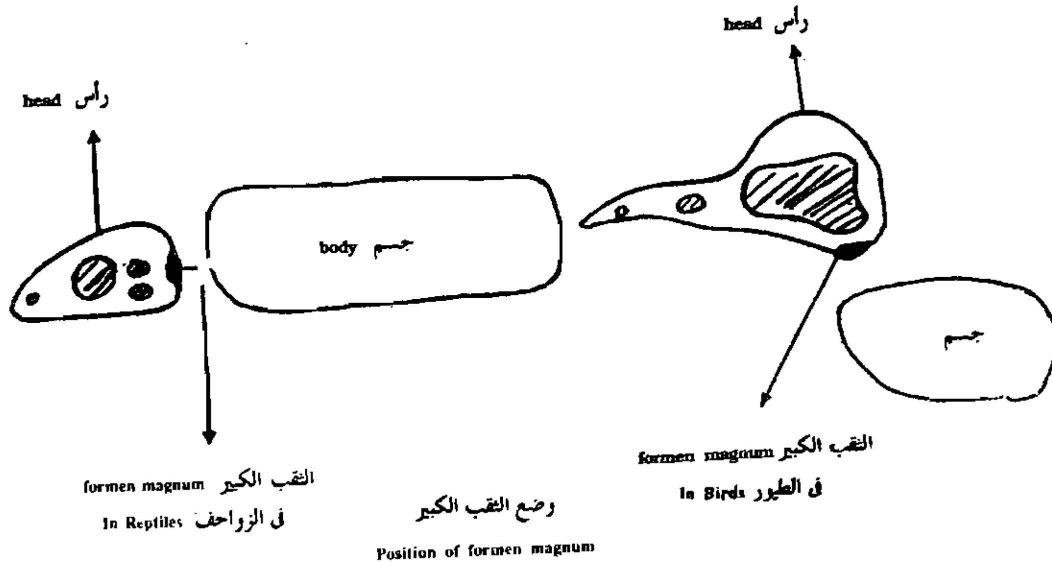
عظام سقف الحلق التى وصفت فى مصفحة الرأس (stegocephalia) توجد كلها تقريبا فى الزواحف فتوجد العظام القباميكعية (prevomers) والحنكية (palatines) والجناحية (pterygoids) ، أما الجناحية الخارجية (ectopterygoids) فتوجد فى معظم الزواحف .

ثالثا ــ جمجمة الطيور العظمية (The bony skull of Aves) :

تطورت جمجمة الطيور من جمجمة الزواحف ذات الحفرتين فقد كانت الجمجمة أساسا ذات حفرتين ثم تحورت بالطريقة الآتية :



Avian skull جمجمة طائر:



formen magnum الثقب الكبير
In Reptiles فى الزواحف

formen magnum الثقب الكبير
In Birds فى الطيور

وضع الثقب الكبير
Position of formen magnum

اختفى القوس الصدغى العلوى فاتصلت الفتحة الصدغية العلوية والسفلية معاً وفى نفس الوقت اختفى العمود خلف الحجاجى (postorbital bar) الذى يفصلها عن الحجاج حتى أصبحوا متصلين مع تجويف الحجاج نفسه أما القوس الصدغى السفلى فظل موجودا فى الطيور ولكنه أصبح ضامرا جدا لدرجة أن الوجنى والوجنى المربعى أصبحا على شكل عصى رفيعة من العظم ونتيجة لضمور القوس الصدغى السفلى فقد أصبح خفيف الصلة بالعظم المربعى حتى أصبح العظم المربعى متحركا وبذلك أصبحت الجمجمة متحركة (streptostylic) .

ومن خصائص جمجمة الطيور المميزة هو الاتساع الزائد لصندوق المخ ، كما أن الحجاج يكون متسع لوجود أعين كبيرة الحجم وفى جدار الحجاج توجد العظمتان الحجاجيتان المعروفتان بالوتدى الحجاجى (orbitosphenoid) والوتدى الجانبى (laterosphenoid) وأمام الحجاج توجد فجوة قبل حجاجية (preorbital fossa) واضحة يفصلها عن الحجاج العظم الدمعى (lacrimal) وعن فتحة الأنف العظم الأنفى (nasal) . ومن خلال التجويف قبل الحجاجى يمكن رؤية عظم كبير مثقب يسمى العظم المصفوى (ethmoid) ويمثل العظم المصفوى الوسطى والمصفوى الخارجى -ecto) & mesethmoid) ملتحمان معا .

ويكون العظم قبل الفكى (premaxilla) فى الطيور كبيرا جدا ويصبح مقوسا ليكون منقاراً واضحا أما العظم الفكى (maxilla) فيضمر فى الحجم ويكون كلا العظمان خاليان من الأسنان فى الطيور الحديثة .

ويجب ملاحظة أن الثقب الكبيرة قد هاجر إلى أسفل الجمجمة لأن الجسم فى الطيور لايقع على نفس المحور الذى تقع فيه الرأس بل أسفله .

سقف الحلق فى الطيور (The palate of Aves) :

فى سقف الحلق تكون العظام قبل الميكعية (prevomers) ضامرة جدا ومتحدة معا أما العظام الحنكية (palatines) فتكبر فى الجمجمة جدا وتأخذ دورا كبيرا فى تكوين سقف الحلق وتكون العظام الجناحية (pterygoids) عصوية الشكل وممتدة بميل بين العظام الحنكية والمربعية (quadrates) .

عظام الفك السفلى (The lower jaw)

معظم العظام الموجودة فى الفك السفلى للزواحف موجودة أيضا فى الطيور وبذلك يكون الفك السفلى متكونا من العظام التالية :

السنى (dentary) ، الزاوى (angular) ، فوق الزاوى (supraangular) ، والطحالى (splenial) . وتكون هذه العظام جميعا واضحة فى الجنين كعظام منفصلة ولكنها فى الطيور البالغة تنغمد تماما مع بعضها .

رابعا ـــ جمجمة الثدييات (Skull of Mammals) :

تتميز جمجمة الثدييات بالخصائص الآتية :

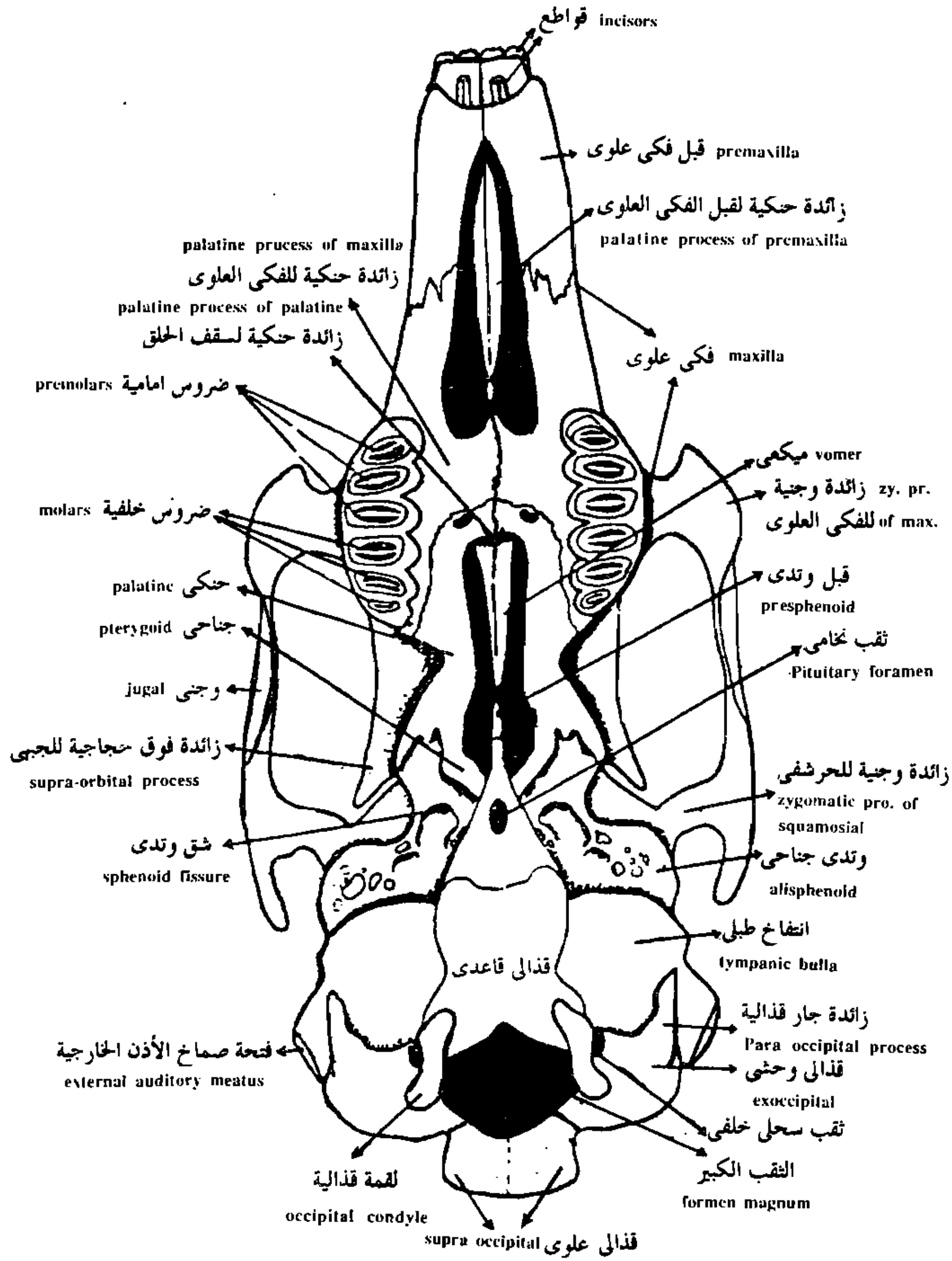
(أ) يقل عدد العظام نتيجة لاختفاء بعض العظام أو اتحاد آخرين مع بعضهما فقد اختفت كلية العظمة القبل جبهية والخلف جبهية والخلف حجاجية والفوق صدغية والوجنى المربعى والمربعى .

(ب) فى الحلقة القفوية (occipital) التى تحيط بالثقب الكبير كبرت العظمة الفوق قفوية وفى بعض الثدييات تتحد العظام القفوية كلها معا وفى البعض الآخر تظل منفصلة ويوجد دائما لقمتين قفوتين كما يوجد أيضا دائما عظم بين جدارى (inter-parietal) فوق هذه العظام .

(جـ) تلتحم أحيانا العظام الجدارية والفوق قفوية أوتظل حرة .

(د) فى سقف الجمجمة يوجد العظم الأنفى والجبهى والجدارى والعظم الأنفى فقط يكون صغير الحجم فى الرئيسيات ويكون سقف المحفظة الشمية ، أما العظم الجبهى والجدارى فهما كبيرا الحجم ولايكونا فقط سقف الجمجمة ولكن يمتدا لأسفل ليكونا الجدار الداخلى للحجاج ويدفعا فى طريقهما العظم الوتدى الحجاجى (alisphenoid) كما تمتد العظمتان الجداريتان أيضا للسطح البطنى للجمجمة ليكونا الجدار الجانبى لصندوق المخ .

(هـ) يوجد فى الفك العلوى العظم القبل فكى والوجنى . أما العظم الوجنى المربعى فو غائب هو والعظم المربعى .



منظر بطنى لجمجمة الأرنب

v.v. of sknll of Rabbit

الأرنب : منظر جانبي للجمجمة

SKULL OF RABBIT, LATERAL VIEW.

(و) ويحمل العظم القبل فكى والفكى الاسنان المميزة إلى قواطع (incisors) ، وأنياب (canines) ، وضروس أمامية (premolars) وضروس خلفية (molars) وبسبب هذا التميز فى الأسنان سميت الثدييات بأنها ذات أسنان مختلفة (heterodentition) لتمييزها عن الأسماك والبرمائيات والزواحف التى فيها الأسنان متماثلة (homodentition) .

(ع) فى الثدييات يرسل العظم الوجنى (jugal) بروزا للخلف فى نفس الوقت الذى يرسل فيه العظم الحرشفى (squamosal) بروزا للأمام ويتحد هذان البروزان ليكونا القوس الوجنى (zygomatic arch) ويظهر على السطح البطنى للنهاية الخلفية للقوس الوجنى (z.a) سطحا ناعما يسمى التجويف الفكى (mandibular arch) يتمفصل معه الفك السفلى .

(غ) فى كل الثدييات على الاطلاق يتكون الفك السفلى من عظمة واحدة تسمى السنى (dentary) لها بروز علوى يسمى البروز التاجى كما أن لها بروزا خلفيا يسمى البروز الزاوى (angular process) وبين هذين البروزين توجد اللقمة المفصلية (articular condyle) التى تتمفصل مع التجويف الفكى للقوس الوجنى .

وتتميز الأسنان على الفك السفلى أيضا إلى قواطع وأنياب وضروس أمامية وضروس خلفية والمعادلة السنية هى للكلب كمايلى :

= $\frac{٣}{٣}$	$\frac{١}{١}$	$\frac{٤}{٤}$	$\frac{٢}{٣}$
ق	أ	ض.أ	ض.خ

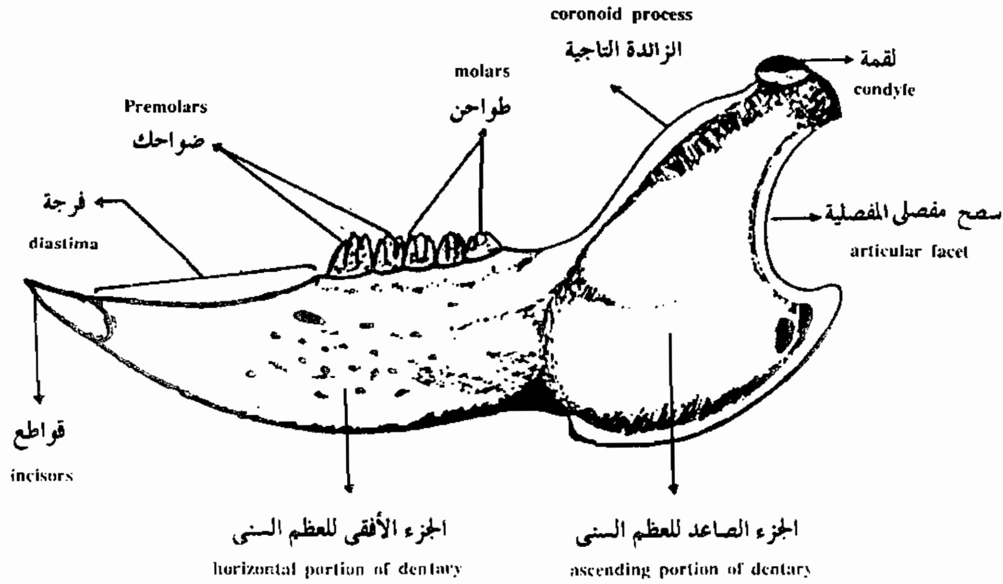
أما فى الأرنب فهى = $\frac{٣}{١}$ ÷ $\frac{٣}{٢}$ $\frac{٣}{٣}$

المعادلة السنية = $\frac{١}{٢}$ × $\frac{\text{عدد أسنان الفك العلوى}}{\text{عدد أسنان الفك السفلى}}$

(س) تكوين سقف الحلق الثانوى أو المزيف فى الثدييات

(Formation of secondary or fals palate in mammals)

ترسل العظمتان الفكيتان (maxillae) والحنكيتان (palatines) صفائح مستوية للداخل تتحد مع بعضها على الخط المنصف البطنى للجمجمة لتكون بذلك سقفا للحلق الثانوى وهذه الصفيحة تحصر بينها وبين سقف الحلق الاصلى قناتان تسميان القناتان الانفيتان البلعوميتان (naso-pharyngeal ducts) تستخدمان لمرور الهواء الجوى .



الفك السفلى للثدييات مثل الأرنب

LOWER JAW OF REABBIT

العمــود الفقــارى The Vertebral column

فى الرأس حبليات مثل السهيم :

في السهيم التركيب الهيكلي الوحيد هو الحبل الظهرى notochord الذي يدعم الجسم كله وهو يتكون من خلايا مركزية منتفخة يحيط بها غلاف ليفي fibrous sheath رقيق ولا يمكن تمييز أى تراكيب مشابهة للفقرات فى حيوان السهيم .

فى دائرية الفم مثل الجلكي :

يوجد في دائرية الفم أيضا حبل ظهرى ممتد بطول الجسم يتميز إلى خلايا وسطية عادية يحيط بها نسيج طلائى حافى ذو خلايا عمادية منتظمة يسمى بطلائية الحبل الظهرى notochord epithelium وهذه الخلايا الطلائية تفرز حولها غمد ليفى fibrous sheath يحيط به من الخارج غشاء مرن يسمى المرنة الخارجية elastica externa ويبطنه من الداخل طبقة تسمى المرنة الداخلية elastica interna .

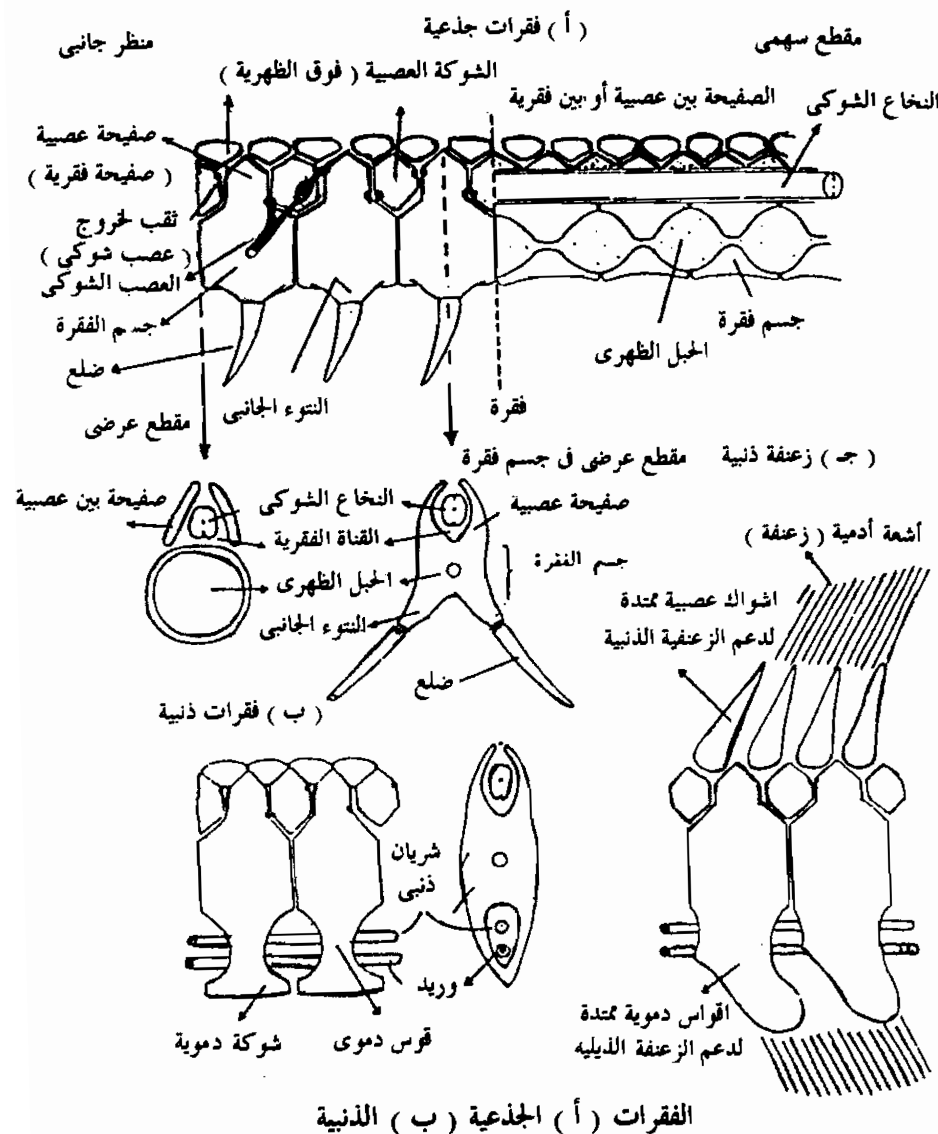
وتوجد فى الجلكى تراكيب هيكلية يمكن مقارنتها بالفقرات ولكنها ليست فقرات حقيقية وهذه التراكيب هي القواعد الظهرية basidorsals التى توجد على الجوانب العليا للمرنة الخارجية ، وعلى جانبى الحبل العصبي وهذه الزوائد لاتلتقى على الخط المنصف الظهرى . ويوجد فى مقابل كل قطعة عضلية زوجين من هذه التراكيب الصلبة ، الأمامية تسمى القواعد الظهرية basidorsals والخلفية تسمى القواعد البينية interdorsals .

فـى الأسـماك In fishes :

يظهر عمود فقارى حقيقي متكون من فقرات واضحة فى الاسماك الغضروفية لأول مرة .

وكل فقرة من هذه الفقرات تتكون من قواعد ظهرية (basidorsals) تتحد مع بعضها فوق الحبل الشوكى لتكون شوكة عصبية (neural spine) وهذه الأجزاء الثلاثة معا تكون القوس العصبى neural arch الذى يحيط بالحبل الشوكى . كما يوجد زوج من القواعد البطنية (basiventrals) في الناحية البطنية الجانبية وهذه الزوائد البطنية تمتد إلى

الجانب فى منطقة الجزع حيث تتصل بها الضلوع وتسمى الزوائد الجانبية ، اما فى منطقة الذيل فتتحد الزوائد البطنية معا بواسطة قطعة غضروفية تسمى الشوكة الدموية (haemal spine) ليتكون القوس الدموى (haemal arch) الذى يحيط بتجويف يمر من خلاله الشريان والوريد الذيليان ويوجد بين القواعد الظهرية والقواعد البطنية جسم



الفقرات (أ) الجذعية (ب) الذنبية

الفقرة (centrum) ويختفي الحبل الظهرى فى المناطق التي يوجد فيها أجسام الفقرات ويظهر كخلايا متحللة فى المسافات الموجودة بين الفقرات المتتالية .

وتوجد نتوءات نيرية امامية pre-zygapophysis وأخرى خلفية post-zygapophysis أمام وخلف الأقواس العصبية تساعد في تمفصل الفقرات المتتالية مع بعضها .

العمود الفقارى في البرمائيات :

يبدأ ظهور منطقة جديدة في العمود الفقارى للبرمائيات التي تعتبر أكثر الحيوانات رباعية الأقدام بداءة وهذه المنطقة هي المنطقة العجزية (sacral) وتظهر بين الفقرات الجزعية والزيلية وتستخدم الفقرات العجزية لتعلق الحزام الحوضي .

وفي البرمائيات اللازيلية (Anura) يكون العمود الفقارى أقصر طولا من الموجود في الحيوانات الفقارية الأخرى ويوجد فيها ثمان فقرات جزعية وفقرة تاسعة عجزية أما الفقرات الزيلية فتندمج معا لتكون العصعص urostyle .

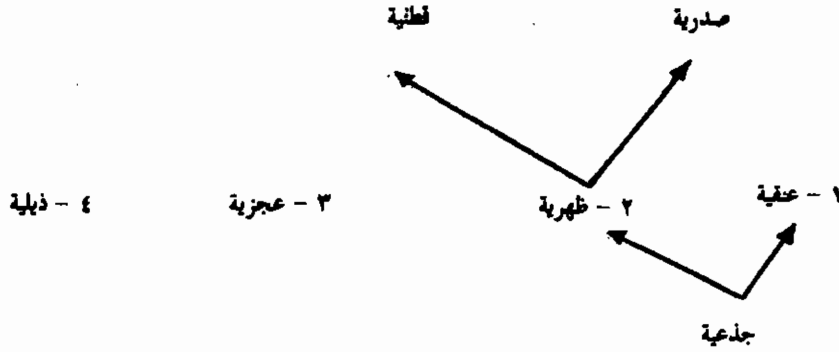
أما في البرمائيات عديمة الأطراف (Apoda) فالمنطقة العجزية غير مميزة . وعادة تكون الفقرة الأولى صغيرة الحجم وليس لها نتوء مستعرض أو بروزات امامية نيرية وتسمى هذه الفقرة الفهقة (Atlas) .

العمود الفقارى فى الرهليات (الزواحف والطيور والثدييات) :

في كل الحيوانات ذوات الرهل تظهر وتتميز منطقة جديدة في العمود الفقارى وهي المنطقة العنقية وتوجد في المنطقة الأمامية للعمود الفقارى وبذلك تكون في هذه الحيوانات فقرات عنقية تسمى الأولى منها الأطلس أو الفهقة (Atlas) والثانية المحور (Axis) وتميز هاتان الفقرتان يسهلان تحرك الرأس على العمود الفقارى .

والأطلس فقرة ليس لها جسم فقرة بينما يكون للمحور جسمان فقاريان جسم الفقرة الخاص به وذلك القادم من الأطلس ويحدث هذا أثناء تميز العمود الفقارى حيث ينفصل جسم الفقرة للأطلس ويتحد مع المحوز ، ويسمى في هذه الحالة بالنتوء السنى (odontoid process) .

ويوجد في الزواحف الأنماط المختلفة لتمفصل الفقرات ، وهى المزدوجة التقعر والأمامية والخلفية التقعر والمستوية الوجهين ، وفى معظم الزواحف يتميز العمود الفقارى إلى الأربعة مناطق التالية :



وفي زواحف قليلة توجد منطقة خامسة تسمى المنطقة الصدرية (thoracic) وتتميز بأن الضلوع تتعلق بها أما بقية الفقرات الظهرية والتي لاتحمل ضلوعا فتسمى الفقرات القطنية (lumbar) وبذلك تتميز المنطقة الظهرية إلى منطقة أمامية صدرية ومنطقة خلفية قطنية .

العمود الفقاري في الطيور :

يوجد في الطيور خمسة مناطق فقارية هي :

١ ـــ عنقية : cervical

٢ ـــ صدرية : thoracic

٣ ـــ قطنية : lumbar

٤ ـــ عجزية : sacral

٥ ـــ ذيلية : caudal

ومن مميزات العمود الفقارى فى الطيور تكـون العجز المركب (synsacrum) الكبير والناشيء عن اندماج بعض الفقرات القطنية والعجزية والزيلية معا .

العمود الفقارى في الثدييات : ينقسم العمود في الثدييات إلى نفس الخمسة مناطق المذكورة سابقا في الطيور والفقرات العنقية وعددها دائما سبعة الأولى منها تكون الفهقة والثانية المحور والخمسة الباقية فقرات عنقية عادية تتميز بوجود ثقب في النتوء المستعرض لمرور الأعصاب .

تكوين أجسام الفقرات (Development of Centrae)

. يتكون جسم الفقرة فى الأسماك وذوات الفكوك عامة بطريقتين :

١ ــ جسم الفقرة الحبلى (chordal centrum)

في هذه الحالة تخترق خلايا هيكلية ناشئة من القواعد الظهرية (basidorsals) والقواعد البطنية (basiventrals) المرنة الخارجية لتغزو الغلاف الليفى (fibrous sheath) وهذه الخلايا الهيكلية تزداد فى العدد وتتحول فيما بعد إلى خلايا غضروفية مفرزة للغضروف ويقل الحبل الظهرى فى الحجم فى الأماكن التى تتكون فيها أجسام الفقرات ، ويسمى جسم الفقرة الذى يتكون داخل الطبقة المرنة الخارجية بجسم الفقرة الحبلى ويوجد فى الأسماك الغضروفية والرئوية .

٢ ــ جسم الفقرة الحول حبل (Perichordal centrum) :

فى هذا النوع لاتخترق الخلايا الهيكلية الناشئة من القواعد الظهرية والبطنية (basidorsals & basiventrals) المرنة الخارجية لتغزو الغلاف الليفى مثل النوع السابق ولكنها تتجمع حول المرنة الخارجية وبتكاثرها فى العدد تضغط الحبل الظهرى بغلافه الليفى واغشيته فى الداخل بمعنى آخر يتكون جسم الفقرة خارج غشاء المرنة الخارجية .

وفى حالة الأسماك الغضروفية تتحول الخلايا الهيكلية إلى غضروف وأجسام الفقرات الغضروفية هذه تقوى بترسيب أملاح الكالسيوم داخلها بعدة طرق :

١ ــ ترسيب محيط (tecto-spondylous)

وفى هذا النوع من الفقرات يوجد بالإضافة إلى القرص الداخلى أقراص محيطة متتالية .

٢ ــ ترسيب دائرى (cyclo-spondylous)
فى هذا النوع من الفقرات يكون التكلس على هيئة قرص مركزى يحيط ببقايا الحبل الظهرى .

٣ ــ ترسيب نجمى (astro-spondylous)
فى هذه الفقرات يوجد بالإضافة إلى القرص المركزى صفائح مشععة تكون شكلا نجميا .

تتمفصل أجسام الفقرات فى الحيوانات الفقارية بأربعة طرق حسب شكل جسم الفقرة فهى إما أن تكون :

١ ــ فقرات مزدوجة التقعر (amphicoelous)
كما فى الأسماك وفيه يكون جسم الفقرة مقعرا من الأمام والخلف .

٢ ــ فقرات أمامية التقعر (procoelous)
كما فى البرمائيات اللاذيلية وفيه يكون مقدم الفقرة مقعرا ومؤخرها محدبا .

٣ ــ فقرات خلفية التقعر (opisthocoelous)
وفى هذا النوع من الفقرات يكون جسم الفقرة مجوفا من جهته الخلفية كما فى السلمندر .

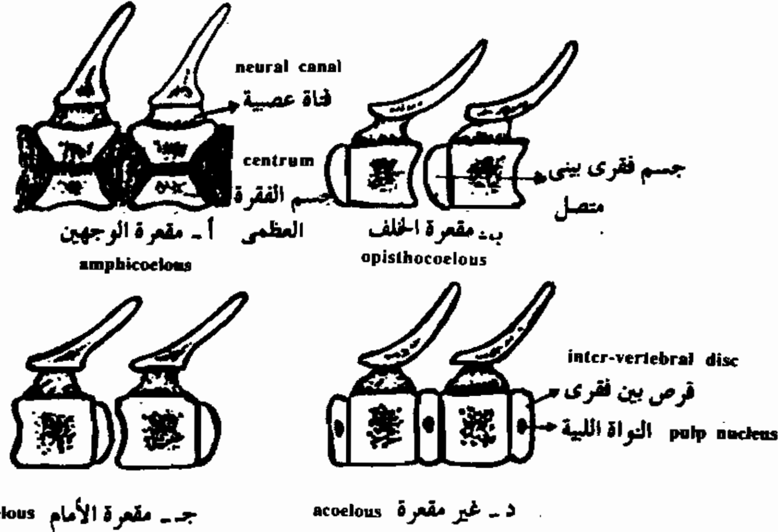
٤ ــ فقرات مستوية الأسطح (amphiplatian)
وهى فقرات لها سطحان مستويان من الأمام والخلف كما فى الثدييات .

وفى معظم الاسماك تكون الفقرات مزدوجة التقعر والقليل منها خلفى التقعر .

ويتميز العمود الفقارى للاسماك الى منطقتين فقط منطقة الجزع ومنطقة الذيل .

القــص (The sternum) :

لاتوجد عظمة قص فى الأسماك على الاطلاق ولكن يوجد القص فى رباعيات الأقدام (tetrapoda) حيث يعطى دعامة إضافية للمنطقة الأمامية للجزع ويتيح مكان لتعلق عضلات الصدر وبالتالى يساعد على الحركة وهو يكون الجزء البطنى للقفص الصدرى ويساعد فى حماية الرئات والقلب .



نماذج من فقرات بنيت على اساس شكل السطوح التمفصلية لاجسام فقراتها مقدم الحيوان الى اليسار . يشير اللون الى النسيج الخاص بالحبل الظهرى توجد الفقرات مقعرة الوجهين فى الاسماك والبرمائيات الذيلية البدائية واللاقدميات والعظايا والفقرات مقعرة الخلف فى السلمندارت ، ومقعرة الأمام فى اللاذيليات (النافرات) والزواحف الحديثة كما توجد الفقرات غير المقعرة فى اللبائن .

وينشأ القص مستقلا عن الضلوع والحزام الصدرى على شكل تجمعات من الخلايا الميزنشيمية على جانبى الخط المنصف البطنى للحيوان وتتحول هذه الخلايا إلى غضروف وسطى .

وفى الطيور والثدييات تتكون مراكز عديدة للتعظم تحول هذا الغضروف الوسطى إلى عظم .

ويغيب القص فى بعض البرمائيات ويكون فى الضفادع جزءاً من الحزام الصدرى ويظن بعض العلماء ان القص في البرمائيات لا يماثل القص فى باقى رباعيات الأقدام (الرهليات) .

وتعتبر الزواحف أول رباعيات الأقدام المحتوية على قص حقيقي يتصل فعلا بالضلوع ولكن حتى فى الزواحف فإنه لايوجد فى الثعابين والسحالى عديمة الأطراف والسلاحف .

وفى الطيور يمتد الجزء السفلى من القص على شكل قارب (Keel) الذى يشكل سطحاً مهماً لتعلق عضلات الطيران القوية .

أما فى الثدييات فيتكون القص على شكل سلسلة من الأجزاء المنظمة ويتمفصل القص مع الضلوع والحزام الصدرى الذى يدعم الطرفان الأماميان . ويتكون القص فى الثدييات من ثلاثة أجزاء تكون الدفة (manubrium) الجزء العلوى منها وتتمفصل مع عظام الترقوة (clavicles) والغضاريف الداخلية للزوج الأول من الضلوع وجزء أساسى كبير يسمى القص الوسطى (mesosternum) الذى يتكون نتيجة لالتحام جزئان عظميان يسميان العصى القصية (sternal bars) ويعطى سطحا ملائماً تمفصل خمسة أزواج من الضلوع أما الجزء السفلى من القص والمسمى بالقص الخنجرى (Ziphisternum) فيحمل زائدة حنجرية (xiphoid process) وليس متصلا بأية ضلوع .

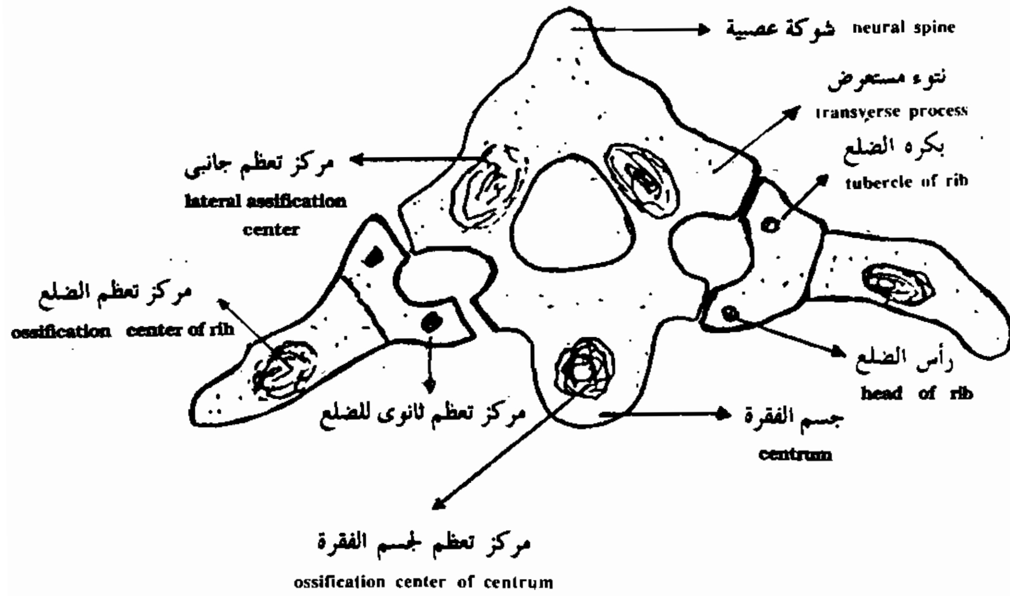
الضــــلوع : (Ribs) :

تنشأ الضلوع من الميزنشيم الناشىء من القطعة العظمية أو من ميزودرم الصفيحة الجانبية وتتكون الضلوع من غضروف ثم تتحول جزئيا أو كليا إلى عظم باستثناء ضلوع كلب السمك والقروش فتظل غضروفية طوال الحياة .

ويبدأ التعظم مستقلا عن الفقرات المجاورة بواسطة مراكز تعظم منفصلة داخل كل ضلع بينما يوجد فى الفقرة المجاورة مركزان جانبيان للتعظم ومركز تعظم من جسم الفقرة .

ويبدأ التعظم فى ساق الضلع ثم يبدأ ظهور مراكز تعظم ثانوية قرب سطحى التمفصل للضلع وتفصل صفيحتين قميتين نهايات الضلع عن الساق الوسطى بطريقة مشابهة للموجودة فى العظام الطويلة .

فى معظم الأسماك يفصل حاجز مستعرض العضلات الجانبية إلى مجموعة علوية ومجموعة سفلية وتنشأ هذه العضلات من القطع العضلية وتحتفظ بنظامها المعقل ويفصل كل واحدة منها عن الأخرى حاجز عضلى وبإستثناء دائرية الفم كالجلكى (petromyzon) التى لا تحتوى أجسامها على ضلوع فإن الضلوع الظهرية فى الأسماك تنمو فى الحواجز العضلية الموجودة فى منطقة الحاجز المستعرض .



مراكز تعظم الفقرة والضلوع ، وتظهر منفصلة عن بعضها تماما

الهيــكل الطرفــى (The Appendicular skeleton)

يتركب الهيكل الطرفى فى الفقاريات من غضروف أو عظم ويتكون من هيكل الحزام الصدرى والحوضى وهيكل الطرف الأمامى والخلفى .

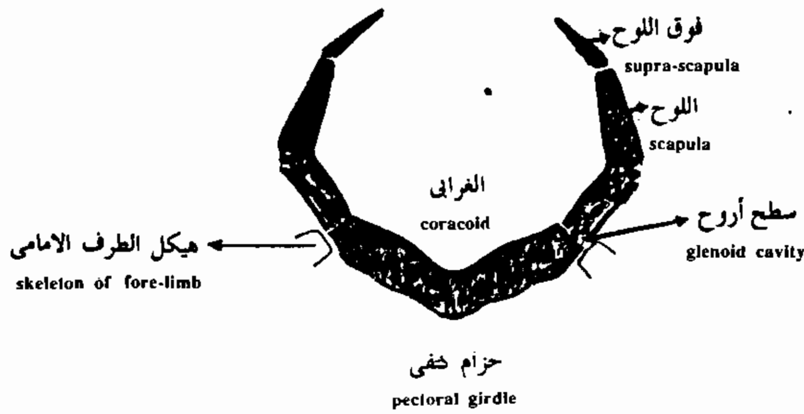
هيكــل الأحــزمة :

يتركب هيكل الأحزمة من عظام معوضة (أو استبدالية) أو من عظام غشائية وهذه الأحزمة تتصل بها الأطراف وتتحرك عليها كما انها توفر اسطح لتعلق عضلات الصدر والأطراف . والعظام المعوضة فى الحزام الصدرى هى الغرابى واللوح اما الترقوة فهى عظم غشائى . وليس للحزام الحوضى أى عظام غشائية ولكن كلها ناشئة عن غضروف ولذلك فهى عظام معوضة .

الحــزام الصــدرى The Pectoral girdle :

فـى الأسماك الغضروفية : يقع الحزام الصدرى الغضروفى خلف آخر قوس خيشومى مباشرة ويتركب من نصفين يحتوى كل منها على غضروف بطنى يسمى الغرابى وغضروف ظهرى يسمى اللوح وقطعة ظهرية صغيرة عليا تسمى فوق اللوح .

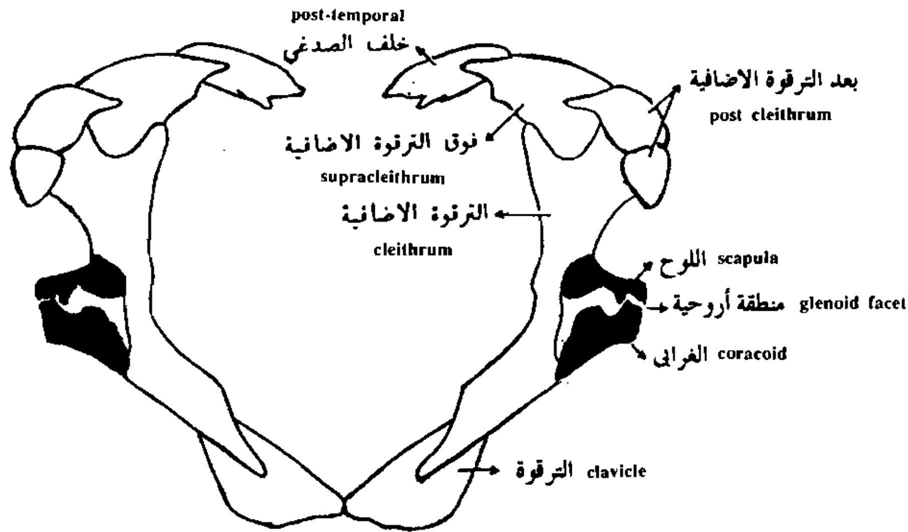
ويلتحم الغرابيان الأيمن والأيسر عند الخط المنصف البطنى . ويوجد عند التقاء اللوح بالغرابى سطح أملس مجوف يتمفصل مع هيكل الزعنفة الصدرية يسمى السطح الأروح .



حزام كتفى غضروفى للكوسج (سكوالس) ــ منظر أمامى

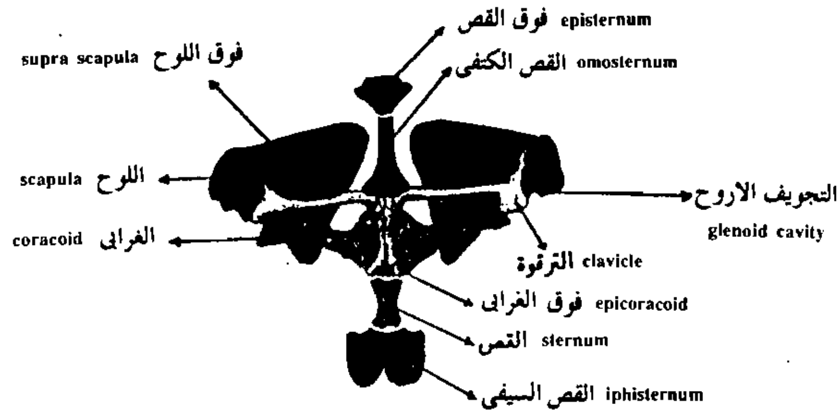
فى الأسماك العظمية :

العظم الغرابى واللوحى مختزلان فى الأسماك العظمية كما أن عظم الترقوة إن وجد يكون صغير الحجم ولكن توجد عظام أدمية إضافية فى الأسماك العظمية وهى العظم الترقوى الاضافى وفوق الترقوى الإضافى وخلف الصدغى الذى يثبت الحزام الصدرى بالجمجمة .



pectoval girdle حزام كتفي

حزام كتفي لسمكة كانويدية ، بوليبترس Polypterus . العظام الادمية منقطة والعظام الاستبدالية سوداء .



القص وحزام كتفي لضفدع ، منظر بطني . العظام الاستبدالية للحزام سوداء

فى رباعيات الأقدام :

كبرت عظمة الترقوة فى الحجم وظهرت عظمة جديدة تسمى بين الترقوى . كما ظهرت عظام القص وذلك ساهم فى دعم وإسناد الأطراف الأمامية وفى نفس الوقت ختفى عظم الترقوة الإضافى وفوق الترقوة الإضافى .

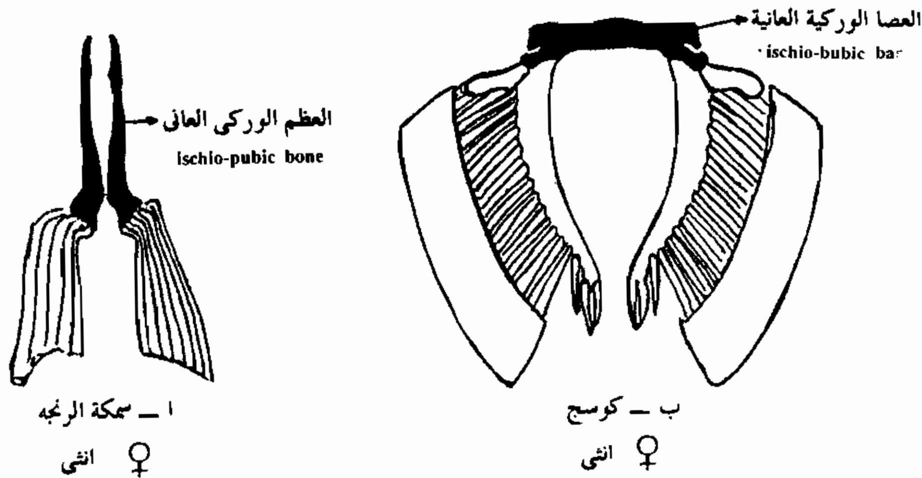
ويتم اختزال أو فقد عظم الترقوة فى التماسيح وبعض البرمائيات والزواحف عديمة الأطراف وبعض الثدييات .

الحـــزام الحوضـــى The Pelvic girdle :

يدعم الحزام الحوضى الزعانف أو الأطراف الخلفية وليس له مكونات أدمية أو غشائية .

فـــى الأســـماك :

يتركب الحزام الحوضى فى الأسماك الغضروفية والعظمية من غضروف أو عظم واحد بسيط يسمى العظم الوركى العانى (Ischio-Pubic bar) يتمفصل مع الزعنفة الحوضية وتلتقى العظمتان على الخط المنصف البطنى للجسم فى الأسماك العظمية ويتحدا تماما فى صفيحة واحدة فى الأسماك الغضروفية .



صفائح حوضية أو احرمه (سيوداء) . لسمكة عظيمة (ا) وأخرى غضروفية (ب)

فى رباعيات الأقدام :

يزداد حجم الحزام الحوضى فى رباعيات الأقدام حيث تكون الأطراف الخلفية قوية كما يتصل بالهيكل المحورى كى يثبت الأطراف فى الجسم ويتركب من ثلاثة أجزاء هى العظم العانى (pubic) ويوجد عند منتصف الجسم والعظم الوركى (ischium) العريض والذى ترتبط به عضلات الطرف الخلفى والحرقفى (ilium) الذى يتجه لأعلى ليتصل بالعمود الفقارى عن طريق الزوائد الجانبية للفقرات العجزية ويوجد بين هذه العظام الثلاثة تجويف الحق (acetabulum) الذى تبيت فيه رأس عظمة الفخذ .

فـــى البرمائيـــات :

ازداد طول الحرقفة زيادة كبيرة وامتدت من طرف الفقرة العجزية حتى نهاية العصعص وتظل الحرقفة غضروفية فى البرمائيات وغير ملتحمة مع الفقرة العجزية مما يتيح مجال أكبر لحركة الطرف الخلفى عندما تقفز الضفدع عاليا .

في الزواحـــف :

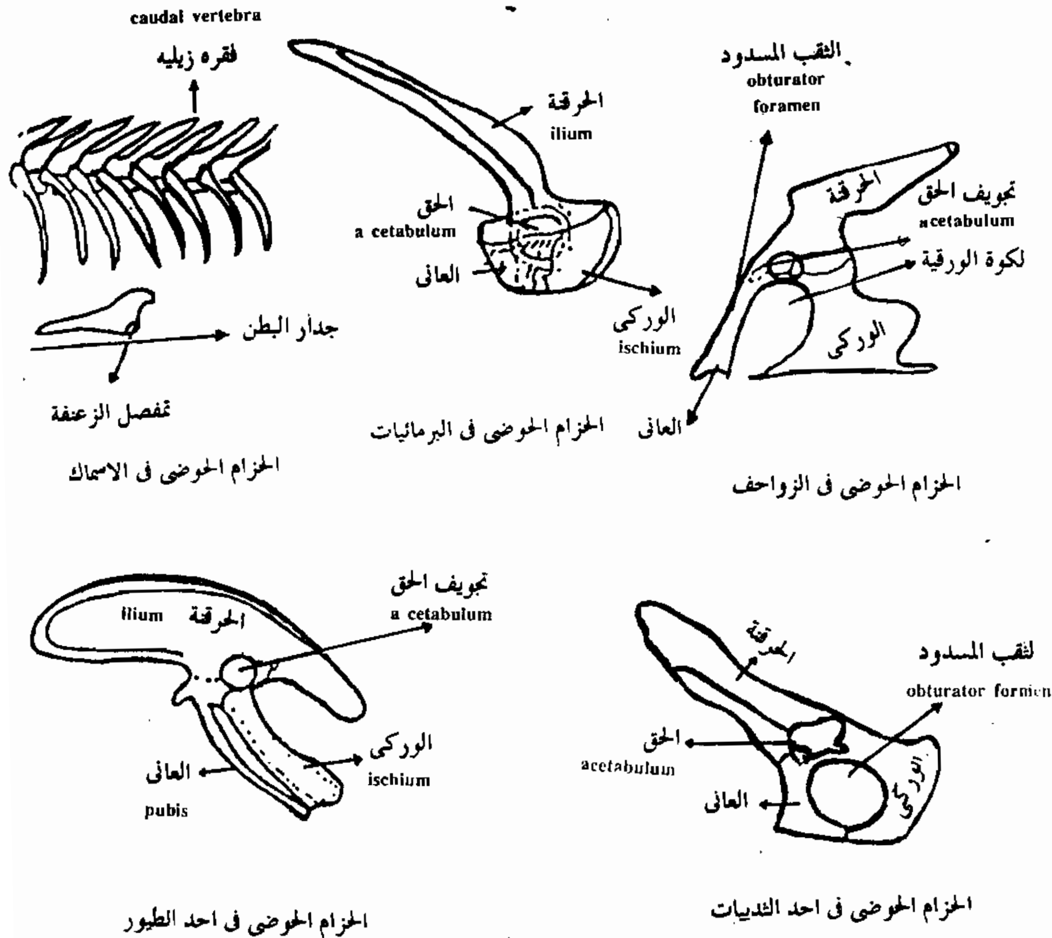
تصبح الحرقفة عريضة لتتيح سطح أكبر لتمفصل عضلات الطرف الخلفى القوية كما توجد فتحة كبيرة تعرف بالكوة الورقية قلبية الشكل لمرور عضلة كبيرة للطرف الخلفى فى هذا المكان .

فـــى الطيـــور :

صغر حجم العظم العانى كما أنه اتجه إلى الخلف موازيا للعظم الوركى ولايوجد ارتفاق أو التحام عانى وسطى مما يوفر منفذا حوضيا أكبر لوضع البيض كما امتدت الحرقفة والورك كثيرا ليأويا عضلات الطرفان الخلفيان القويان وارتبط الحزام بالفقرات الصدرية والقطنية والعجزية ليكون العجز المركب الذى يساعد فى حمل الحيوان على طرفيه الخلفيتين .

فـــى الثدييـــات :

توجد فتحة كبيرة بين العظم الوركى والعانى تسمى بالثقب المسدود يمر منها العصب البطنى ويلتقى العظم الوركى والعانى أسفل الثقب المسدود والحرقفة تمتد إلى الأمام لتهيىء مساحة مناسبة لاتصال العضلات . ونظرا لوقوع الارتفاق العانى والوركى فى الناحية البطنية واتصال الحرقفيتين بالعمود الفقارى ظهريا يتكون حلقة عظمية من الحزام الحوضى تسمى بالحوض (Pelvis) تحتوى على النهاية الخلفية للجهاز الهضمى والبولى والتناسلى . وتمر الصغار من الحوض إلى الخارج فى الإناث .

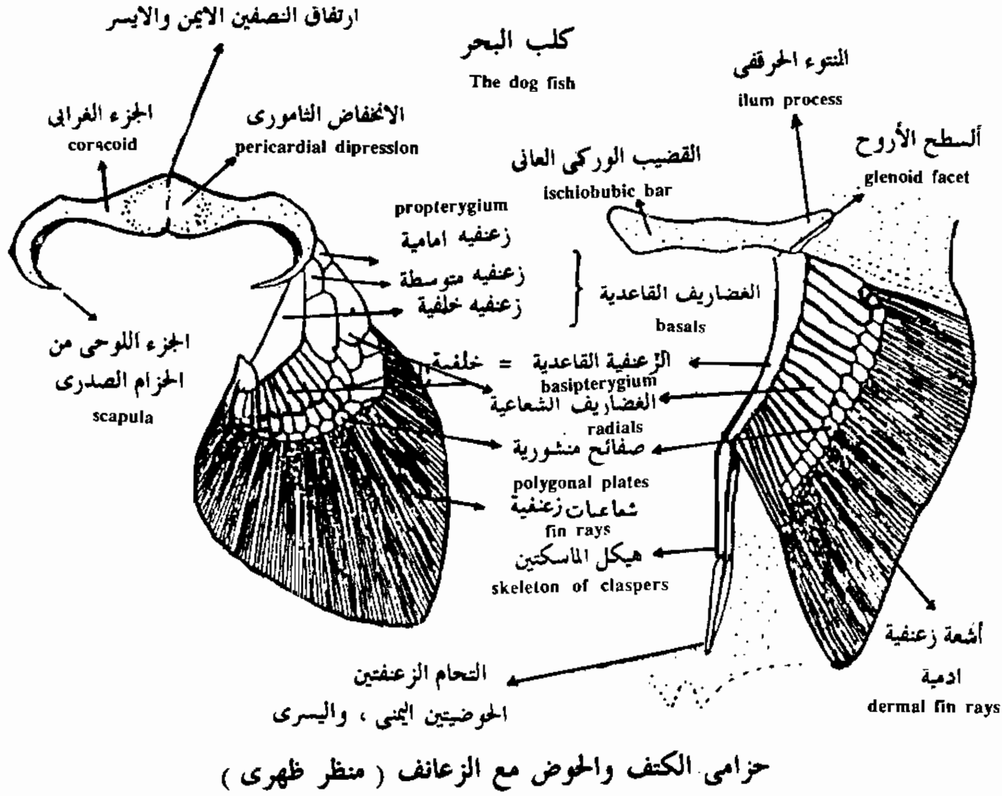


هيكـــل الأطـــراف The appenelicular skeleton :

فـــى الاســـماك :

يوجد فى الأسماك زوجان من الأطراف تعرف بالزعانف المزدوجة وتتكون من الزعانف الصدرية التى تقع خلف الخياشيم مباشرة والزعانف الحوضية التى تقع أمام فتحة الشرج .

والزعانف الزوجية غائبة فى دائريات الفم ولكنها موجودة فى الأسماك الغضروفية وتعتبر زوائد جلدية مدعمة بعوارض غضروفية والزعنفة الصدرية فى الأسماك الغضروفية مدعمة بغضاريف قاعدية (basals) يتراوح عددها من واحد إلى خمسة تسمى من الأمام إلى الخلف زعنفى أمامى ثم وسطى ثم خلفى (pro-meso-& metapterygium) يليها صف من شعاعيات (radials) ثم صفائح معينة أو منشورية (polygonal plates) ثم الأشعة الزعنفية الليفية (fin rays) .

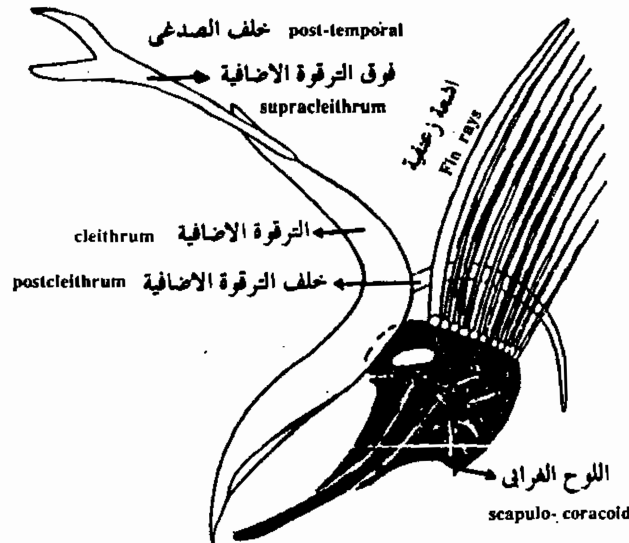


حزامى الكتف والحوض مع الزعانف (منظر ظهرى)

أما هيكل الزعنفة الحوضية فى الأسماك الغضروفية فيتركب من غضروف قاعدى واحد يليه الشعاعيات ثم الصفائح المعينة ثم الأشعة الزعنفية . وتحمل هذه الزعنفة فى الذكور هيكل المساكات (claspers) التى تساعد فى نقل الحيوانات المنوية إلى جسم الأنثى أثناء التزاوج .

هيكل الطرف فى الأسماك العظمية :

تدعم الزعانف اشعة قرنية (fin rays) فقط تمتد بطول الزعنفة وتتركز العضلات والهيكل الذى يتركب من عدة عوارض قصيرة من العظم أو الغضروف عند قاعدة الزعنفة وهذه العوارض تكون متوازية وقليلة العدد لذلك تكون الزعنفة مرنة وذات قاعدة ضيقة ، تكون الزعانف الصدرية عادة أكبر حجما من الزعانف الحوضية التى قد تنعدم فى بعض الأسماك العظمية .



هيكل زعنفى حديث
حزام كتفى وهيكل زعفى لسمكة شريطية ، طرفية التعظم ، العظم الاستبدالى اسود

الطرف فى رباعيات الأقدام :

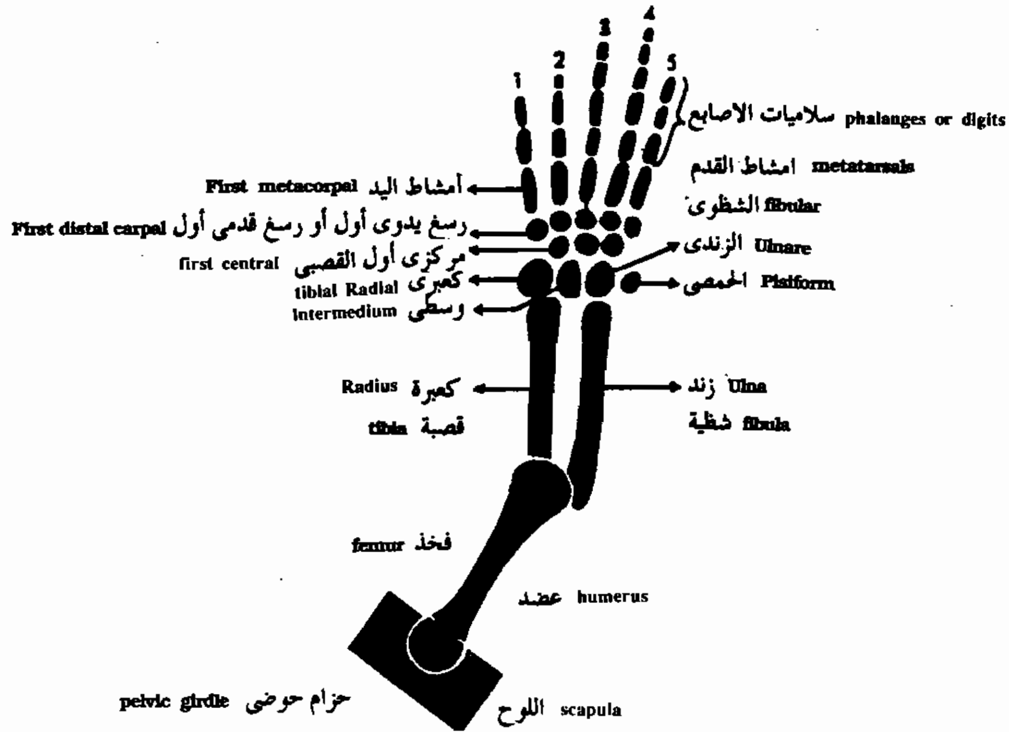
لرباعيات الأقدام زوجين من الأطراف زوج أمامى وزوج خلفى لها هيكل داخلى مبنى على نفس النظام فى جميع الحيوانات كما أن هيكل الطرف الأمامى الأساسى مشابه لهيكل الطرف الخلفى وأحيانا تحور أحد الزوجين إلى أزرع أو أجنحة أو مجاديف وأحيانا يفقد أحد الزوجين أو كلاهما .

ويتألف هيكل الطرف النموذجى من خمسة عقل العقلة الأولى القريبة من الجسم هى العضد أو الفخذ والمفصل التالى هو الكوع أو الركبة يليه العقلة الثانية وهى تتكون من عظمتين هما الكعبرة والزند فى الطرف الأمامى والقصبة والشظية فى الطرف الخلفى . ويأخذ العظم الأول فى كلا الطرفين وضعا أماميا أو وسطيا عن الآخر . والعقلة الثالثة هى رسغ اليد أو رسغ القدم ويتألف من ثلاثة صفوف من العظام يحمل القريب العظم الكعبرى عند قاعدة الكعبرة والزندى عند قاعدة الزند والمتوسط بينهما ويوجد فى معظم الزواحف والثدييات عظم رابع يسمى الحمصى (pisiform) ويتألف الصف الوسطى لرسغيات اليد من ثلاث رسغيات مركزية تسمى المركزيات (centralia) أما الصف البعيد فيتكون من خمسة رسغيات بعيدة ترقم من ١ — ٥ تبدأ داخليا بالابهام . والصف الأول من رسغيات القدم يتكون من القصبى والشظوى والمتوسط بينهما يليها مركزيات رسغ القدم ثم رسغيات القدم البعيدة .

يلى الرسغ عظام مشط اليد أو القدم عددها يتناسب مع عدد أصابع اليد أو القدم وبدعم كل أصبع سلسلة من السلاميات .

العقل المتناظرة في الاطراف الامامية والخلفية لرباعيات الاقدام .

الاطراف الامامية: اسم العقلة	الاطراف الامامية: الهيكل	الاطراف الخلفية: اسم العقلة	الاطراف الخلفية: الهيكل
العضد braehium	عظم العضد	الفخذ thigh	عظم الفخذ frmur
الساعد antebrachium	الكعبرة والزند Radius and Ulna	الساق Shank	القصبة والشظية tibia and dbula
الرسغ carpus	رسغيات اليد Carpals	الكاحل ankle	رسغيات القدم tarsals
الكف Palm	مشط اليد mela sarpals	بعد الرسغ Instep	مشط metatarsals
الاصابع digits	السلاميات	الاصابع digits	السلاميات Phalanges



طرف خماسى الأصابع أمامى أو خلفى نموذجى

Limbs of tetrapods are divided into three main segments. Proximally, the head of a single bone articulates with the girdles. Two bones compose the second segment and the third segment consists of three divisions, each of which is composed of serveral bones. The anterior limb follows this plan, as shown in the diagram. (From Kent, G. C.: Comparative anatomy of the vertebrates, ed. 3, St. Louis, 1973, The C. V. Mosby Co.).

الصيغـــة الاصبعيـــة :

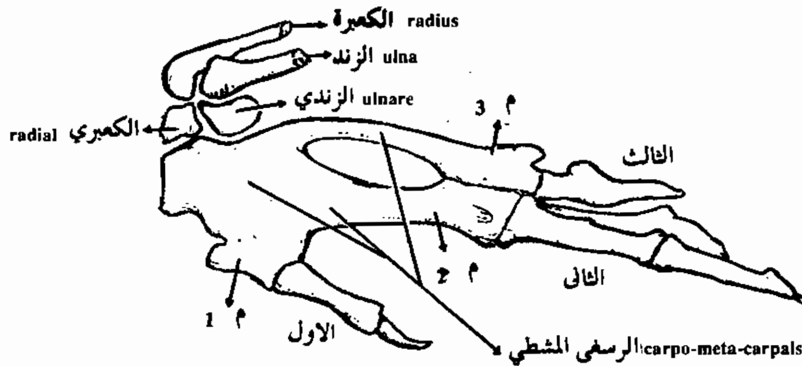
تعطى هذه الصيغة صورة واضحة عن عدد السلاميات فى كل أصبع بدءاً من الأصبع الأول (الإبهام) وإلى الخارج . وفى البرمائيات نادرا مايزيد عدد السلاميات عن ثلاثة كما أن بعض الأصابع مختزل أما فى الزواحف مثل السحالى فالصيغة هى :

٢ : ٣ : ٤ : ٥ : ٣ أما فى الثدييات مثل الإنسان فهى ٢ : ٣ : ٣ : ٣ : ٣ .

التحورات التكيفية فى الأطراف :

أولا ــ التكيــف للطــيران

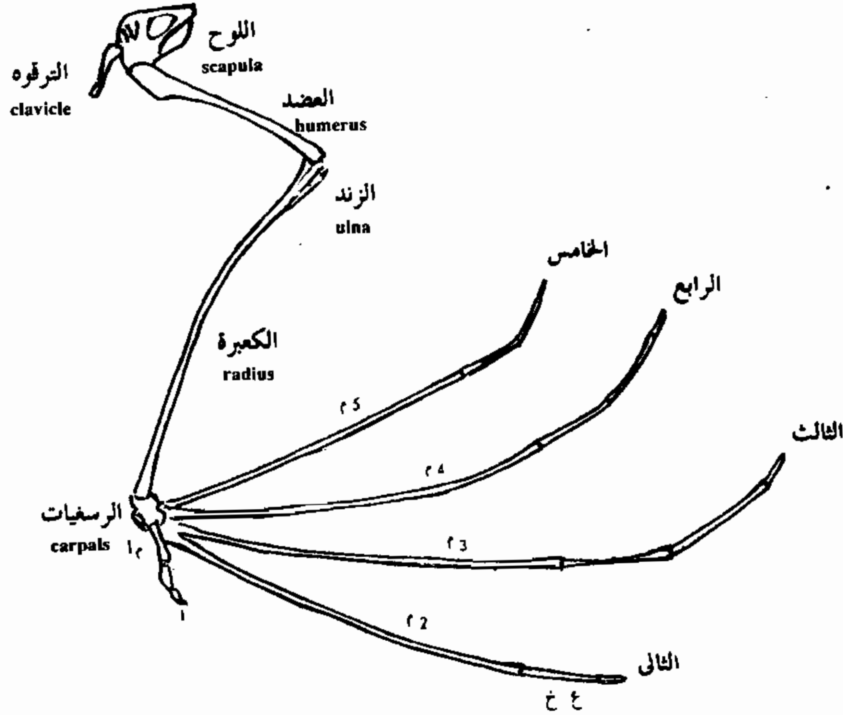
تحور الطرف الامامى للطيور إلى شكل انسيابى يساعد على الطيران وقد اختزل عدد كبير من العظام والتحم البعض مع بعضه الآخر لتخفيف الوزن والتأثير فى حركة الهواء عند نهاية السطح الانسيابى للجناح . تتحد الرسغيات الثلاثة البعيدة مع أمشاط اليد لتكون فى الحيوان البالغ الرسغ مشط يدوى وتوجد فى الجناح ثلاثة أصابع اختزل فيها عدد السلاميات وتحمل الأصابع عادة مخالب وتكون اليد طويلة بالنسبة إلى الذراع فى الطيور السريعة الطيران (الطائر الطنان) وتكون قصيرة فى حالة الطيور المحلقة على ارتفاع عال .

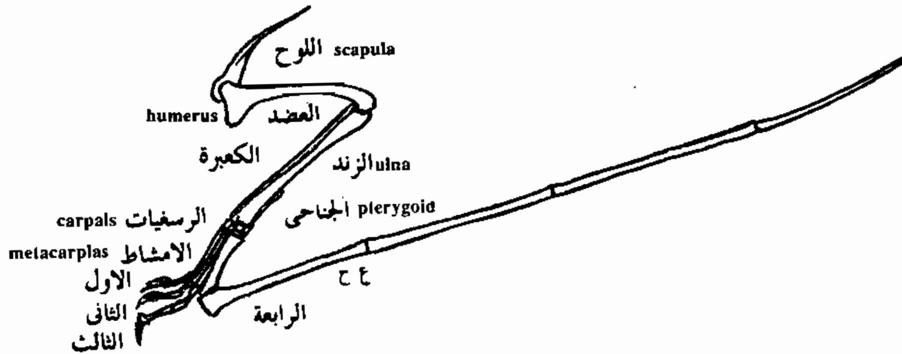


يد يسرى لطير من واحد I إلى ثلاثة III اصابع . م1 إلى م3 ، امشاط يدوية ملتحمة عند قواعدها بالرسغيات اليدوية الثلاث لتكون الرسغي ــ المشطي .

فى الزواحف المجنحة والخفافيش يكون هيكل اليد هو الهيكل الرئيسى المدعم للغشاء الخارجى وهذا عكس ماهو موجود فى الطيور . وللزواحف أربع أصابع ثلاث منها عاديه وتحمل مخالب والرابع طويل جدا ومطمور فى الغشاء الخارجى ويتألف من أربعة سلاميات طويلة جدا مما جعل طول هذا الأصبع مساويا لطول الجسم كله ومشط اليد ليس طويلا ولكنه متضخم فى الحجم جداً فى الثدييات مثل الخفافيش توجد خمسة أصابع أربعة منها طويلة أما الإبهام فهو عادى ويحمل مخلباً . والأربعة المتصلة بالأصابع الطويلة تكون هى أيضا طويلة جداً ويؤلفان معاً الهيكل الأساسى للغشاء الخارجى الجناحى . وتتحد الرسغيات الثلاثة القريبة فى عظم واحد وتكون حركة اليد فى الخفاش هى المسئولة عن الطيران الحقيقى .

أما فى الليمور الطائر فإن الأصابع تكون مطمورة فى الغشاء الجناحي ولكنها قصيرة ولها أظافر . والغشاء الجناحي يكون ممتداً بين الطرف الامامى والخلفي ويستطيع الليمور التحليق بين شجرة وأخرى ولكنه لا يستطيع الطيران السليم .

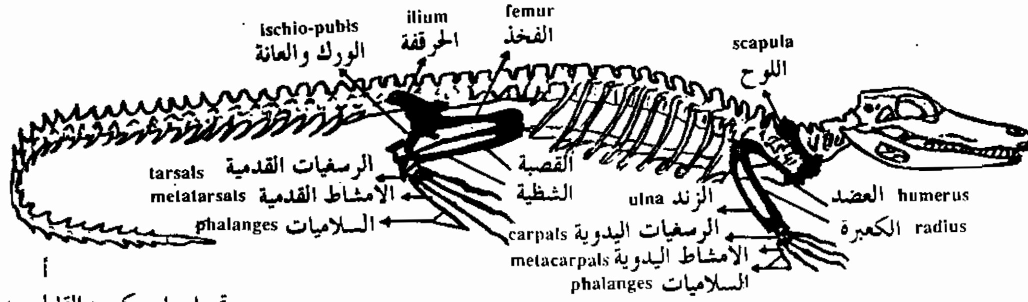


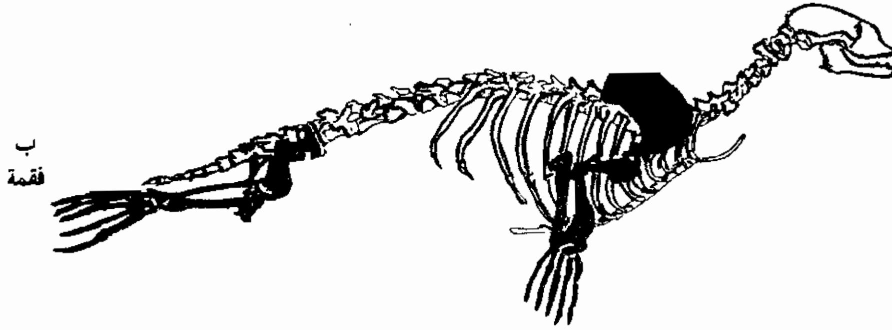


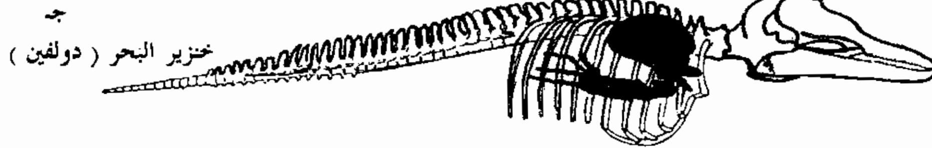
حزام كتفى وطرف لفقاريين طائرين . أ ، خفاش ، جناح أيمن . ب ، غظاءة مجنحة من العصر الجيوارسى ، جناح ايسر . م 1 إلى م 5 من أول مشط يدوى الى خامس مشط . ع خ ، سلامى قريبة .

تكيفات من أجل الحياة فى مياه المحيطات :

أصبحت أيدى الزواحف السمكية (Ichthyosaurs) والزواحف البحرية القديمة (Plesiosaurs) والسلاحف البحرية والبطريق والحيتان وعرائس البحر والفقمات وأسود البحر (sea-lions) شبيهة بالمجاديف فهى مسطحة وقصيرة وقوية وقد ازداد عدد السلاميات ازديادا عظيما فى بعض المجاميع وفقدت بعض الثدييات البحرية هيكل الأطراف الخلفية كلية كما فى الدولفين .





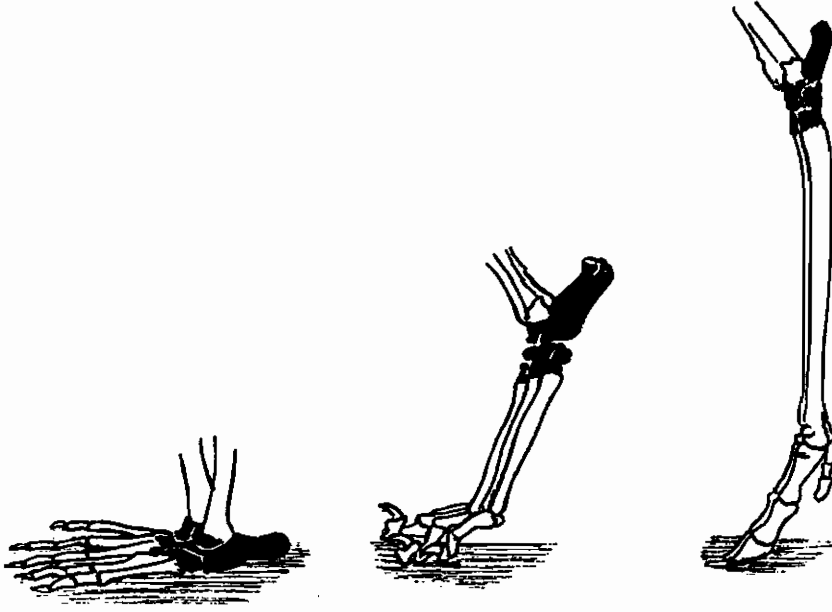


أ – هيكل حيوان سلوى يقطن اليابسة . ب و جـ ، تكيفات هيكلية للحياة فى الماء . يظهر الهيكل الطرفى ملونا بالاسود . ب ، فقمة متلوية ، (Phoca) . فى الفقمة وخنزير البحر (الدولفين) تكون اليد مجذافا اذ تكون السلاميات مطمورة .

تكيفات تحقق سرعة فى الجرى :

تمشى بعض الثدييات الخماسية الأصابع على أربع بحيث تستقر الكف ورسغ اليد والقدم والكاحل وأصابعها جميعها على الأرض بينما تمشى آكلة الحشرات والقردة العليا والإنسان والدببة على أطرافها الخلفية فقط حيث يوزع ثقل الجسم على جميع أنحاء القدم المقوس وليس على الكعب فقط .

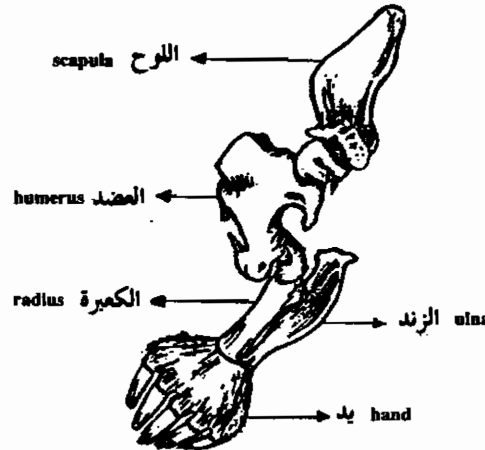
ويختزل عدد من الأصابع فى بعض الثدييات السريعة الحركة ففى الأرنب اختزل الأصبع الأولى فقط أما فى الثدييات الحافرية فتمشى على ثلاث أصابع (كركدن) أو أصبعين (جمل ــ غزال) أو حتى أصبع واحد (حصان) . وتعدو الحيوانات التى تمشى على رؤوس الأصابع أسرع من تلك التى تمشى على أخمص القدم . وفى بعض الأنواع تتحول المخالب إلى حوافر قوية تحمل ثقل الجسم وتحمى الأطراف من التآكل .



قدم اخمصى المشية ، وآخر اصبعى وثالث ظلفى المشية ، من اليسار الى اليمين . عظام الكاحل سوداء . وامشاط القدم رمادية .

تحورات للمساعدة فى الحفر :

تبرز من عظمة العضد إلى الخلف امتدادات تنغرز فيها العضلات الضخمة المستخدمة فى الحفر كما أن كف اليد عريض والأصابع قوية قصيرة لها أطراف مدببة قوية تساعد فى عمليات حفر التربة كما فى الخلد Mole.



طرف أمامى ايمن لخلد وقد تحور للحفر . هذا هو منظر وسطى تستطيع اكف الخلد الأتجاه نحو خارج الجسم

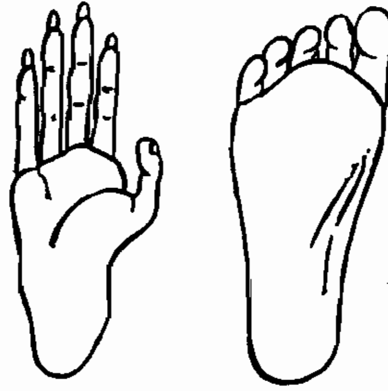
التكيفات الخاصة بالإمساك :

تتمكن كثير من الثدييات من ثنى يدها بين الأصابع والكف فتستطيع أن تقبض على طعامها بهذا الشكل كما تستطيع معظم الثدييات ثنى أمشاط الأصابع نفسها مما يساعد أكثر على الأمساك بالأشياء الدقيقة كالقلم أو غصن شجرة .

والخطوة الثانية فى تكيف يد الثدييات هى تقابل الأبهام مع الأصابع الأخرى نتيجة لتكون مفصل اليد عند قاعدة الابهام وتطور عضلات الابهام المقربة القوية .

وظهر هذا التقابل بين الأبهام وبقية الأصابع فى قرود العالم القديم ولكن ليس فيها القدرة الوظيفية العالية الموجودة فى الإنسان وهذا أتاح للإنسان فرصة لتصنيع الآلات الدقيقة وذلك أيضا بمساعدة التطور الحادث فى المخ والمصاحب لذلك الحادث فى الكف .

والأصبيع الكبيرة للقدم (hallux) فى كثير من الرئيسيات عدا الإنسان لها قابلية للتقابل مع بقية الأصابع الأخرى مما يتيح لهذه الحيوانات القدرة على الإمساك بأفرع الشجر أو الصخور بأطرافها الخلفية بينما تكون أطرافها الأمامية حرة لاستخدامها فى الإمساك بالطعام أو بالصغار .



الاصبع الكبيرة لقدم قرد من العالم القديم ، لها مقدرة جزئية على التقابل مع الاصابع الاخرى ، والاصبع نفسها لانسان لاقدرة لها على التقابل .

الجهــاز العضلــى (The Muscular system)

جميع حركات جسم الحيوان تنشأ عادة نتيجة لانبساط وانقباض العضلات وتنقسم العضلات إلى ثلاثة أنواع رئيسية تنشأ كلها من النسيج المتوسط أو الميزودرمى ، وهى :

١ ــ العضلات الملساء أو اللاإرادية . **Smooth or involuntary m.**

٢ ــ العضلات المخططة أو الإرادية . **Striated or voluntary m.**

٣ ــ العضلات القلبية . **Cardiac m.**

وتتميز خلايا العضلات بقدرتها العالية على توصيل المؤثرات وبطولها ولذلك تعرف عادة بالألياف العضلية ونتيجة لأنقباض هذه الألياف تتحرك الأعضاء المحتوية عليها أو العظام المتصلة بها كما ان هذا الأنقباض ذو أهمية فى تكوين حرارة الجسم .

تكويـــن العضـــلات (Development of muscles)

تنشأ العضلات من الخلايا الميزودرمية التى تنقسم لتمتد بين الاكتودرم والاندودرم حيث تتميز هذه الخلايا إلى ثلاثة مناطق :

١ ــ قطعة عليا ظهرية (epimere) .
٢ ــ قطعة وسطية (mesomere) .
٣ ــ قطعة سفلية (hypomere) .

وتكون القطعة العليا والسفلى هى المهمة فى تكوين العضلات أما الوسطى فغالبا ماتكون معظم أنسجة الجهاز البولى التناسلى .

تميز القطعة الظهرية (Differentiation of the epimere)

سرعان ماتنقسم القطع الظهرية فى اتجاه ظهرى بطنى بدءاً من مقدم الجسم ومتجها الى نهايته بحيث تتكون كتل متتابعة من خلايا ميزودرمية تسمى القطع الميزودرمية (mesodermal somites) وعادة لاتنقسم القطع السفلية بهذه الطريقة .

وفى بداية تكوين القطع الميزودرمية تكون غير مجوفة ثم ينشأ داخلها تجويف سيلومى فيما بعد . وتبدأ الخلايا الداخلية الميزودرمية فى التفكك والحركة فى اتجاه وسط الجسم حيث تتجمع حول الحبل الظهرى والعصبى وتسمى القطعة العظمية (sclerotome) حيث تكون فيما بعد الهيكل المحورى للجسم والذى يحيط بالمخ والحبل الشوكى .

أما الجزء الظهرى الجانبى من القطعة العضلية والذى يقع تحت طبقة الاكتودرم مباشرة فيعرف بالقطعة الجلدية (dermatome) ويساهم فيما بعد فى تكوين طبقة الأدمة للجلد .

اما الجزء الباقى من القطعة الميزودرمية والواقع فى الجهة الظهرية الوسطية فيعطى القطعة العضلية (myotome) حيث تنقسم خلايا هذه القطعة لتنمو جانبيا تحت القطعة الجلدية لتحتل مكانا وسيطا بين الجلد والقطعة السفلية ، حيث تعطى مع الطبقة الخارجية من القطعة السفلية معظم العضلات الإرادية المخططة للجسم .

تميز القطعة السفلية (Differentiation of the hypomere)

تنقسم هذه القطعة إلى طبقتين طبقة خارجية تسمى الميزودرم الجسمى (somatic mesoderm) وطبقة داخلية تحيط بالأحشاء تسمى الميزودرم الحشوى (splanchnic mesoderm) ويفصل هاتين الطبقتين تجويف الجسم المعروف بالسيلوم (coelm) .

وتكون طبقة الميزودرم الجسمى مع طبقة الاكتودرم جدار الجسم بما يحتويه من عضلات بينما تكون طبقة الميزودرم الحشوى العضلات للجهاز الهضمى والعضلات القلبية وبعض العضلات الخيشومية فى الأنواع المائية وهى عضلات إرادية ومخططة أو ملساء وبذلك يعطى الميزودرم الحشوى جميع انواع العضلات .

وبنمو القطع العضلية على كل جانب من جانبى الجسم وإلى أسفل بين الاكتودرم والقطعة السفلية يقتربان من بعضها أسفل القناة الهضمية حيث يفصلها شريط ضيق من نسيج ضام يسمى الخط الأبيض (linea-alba) كما يفصل النسيج الضام أيضا بين القطع العضلية المتتالية ويسمى فى هذه الحالة بالحواجز العضلية (myosepta) التى تمتد من الهيكل المحورى من الداخل وحتى الجلد من الخارج وتتميز خلايا القطعة العضلية لتصبح مغزلية الشكل وتتجمع فى حزم وتكبر فى الحجم بأنقسام الخلايا المستمر وتتميز مرة أخرى لتعطى أليافا عضلية مخططة . وتعرف العضلات الناشئة من القطعة العضلية واجزاء من الميزودرم الجدارى بالعضلات الجسمية أو الجدارية ويمكن تقسيمها فيما بعد إلى عضلات محورية وعضلات طرفية حسب موقعها فى جدار الجسم أو داخل الأطراف وتكون العضلات المحورية أكثر أهمية فى الأسماك بينما فى رباعيات الأقدام تكون العضلات الطرفية ذات أهمية أكبر .

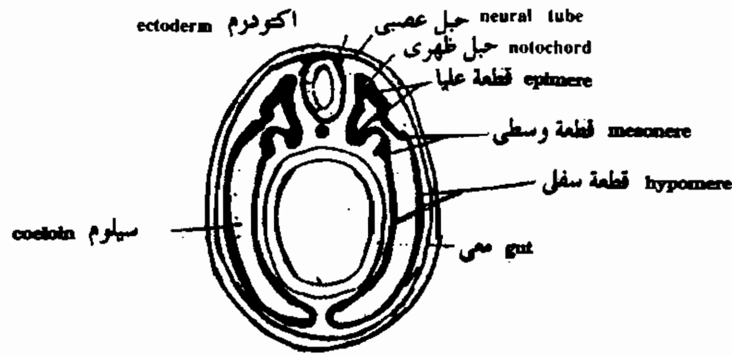
أسماء وتماثل العضلات الهيكلية

سميت العضلات الهيكلية تبعا لاتجاه أليافها (مائلة أو مستقيمة) أو تبعا لأماكن وجودها (صدرية أو فوق حجابية أو سطحية) .

أو تبعا لعدد أقسامها (مثلثة الرؤوس) .

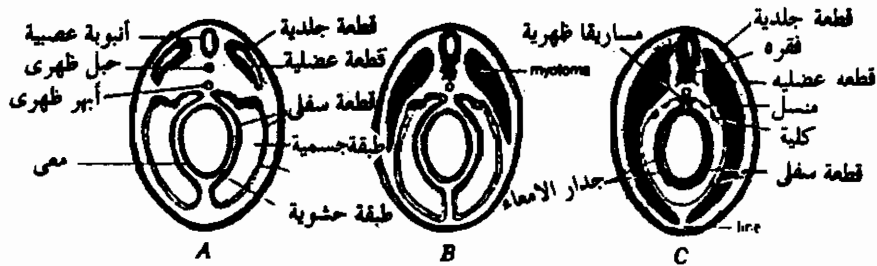
أو شكلها (المعينية أو المدورة أو المنشارية) .

أو حسب منبتها أو مغرزها (سيفية أو عضدية أو ركابية) .



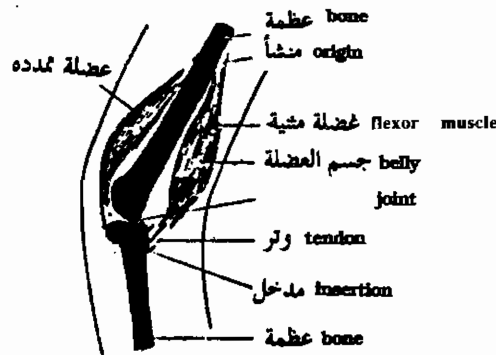
ق . ع يوضح مناطق الميزودرم

Diageram of cross section of hypothetical vertebrate embryo, illustrating the three different regions, or levels, of memberans.



مراحل تكوين العضلات فى الفقاريات

Series of diagrams of vertebrate embryo, illustrating the epimeric origin of the myotmoes and the manner in which they grow ventrally to form the pariatal musculature of the body wall. The splanchanic layer of the hypomere surrounds the gut and contributer to the muscle and other mesodernal structures of the intestinal wall.



رسم تخطيطى يوضح تركيب العضلة

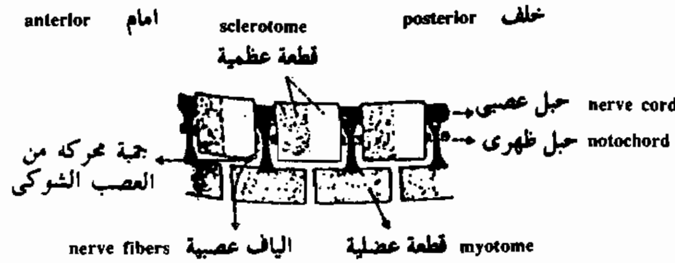
Diagram showing method of origin and insertion of flexor and extensor muscles

أو تبعا لعملها (رافعة أو خافضة أو ضاحكة) .

أو نسبة لحجمها (كبيرة أو طويلة أو عريضة) .

أو إلى أسباب أخرى أو سببين مجتمعين من الأسباب السابقة والتبصر فى سبب تسمية العضلة يساعد فى تذكر اسمها ومعرفة معلومات عنها .

ولكن وجود عضلتين تحملان نفس الاسم وربما تقعان فى نفس الموقع ولكن فى حيوانين فقاريين من رتب مختلفة لايؤكد أن أصلهما واحد ولكن المعيار فى تماثل العضلات هو المنشأ الجنيني والأمداد العصبى .



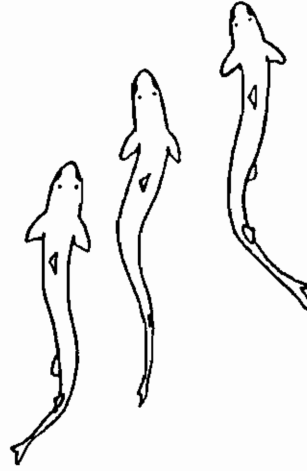
علاقة العضلات بالفقرات فى الفقاريات

العضـــلات المحوريـــة : (Axial muscles)

العضلات المحورية هى العضلات الهيكلية الإرادية للجزع والذيل وهى تمتد أيضا تحت البلعوم لعضلات تحت خيشومية وعضلات لسانية ويوجد بعضها فى حجاج العين كالعضلات الخارجية المحركة للعين .

العضلات الجزعية والذيلية فى الأسماك :

تتميز العضلات فى الأسماك بتعقيلها الرتيب وتستخدم فى الحيوانات المائية فى الحركة حيث تندفع التقلصات من عقلة إلى إخرى بامتداد الجسم محدثة حركات سباحية منثنية لليسار ولليمين ومميزة للأسماك ويساعد على هذا الانثناء أن القطع العضلية على جانبى الجسم مقابلة للمسافات البين فقارية حيث يسهل فى هذه الحالة أيضا إمدادها بالأعصاب الشوكية .



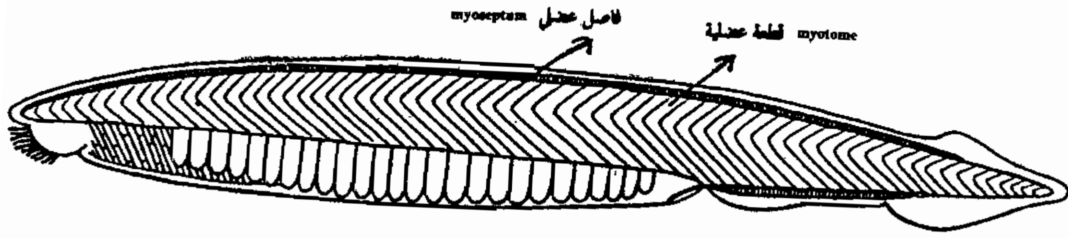
الحركة فى سمكة

ويفصل القطع المتتالية فواصل عضلية من نسيج ضام تستخدم كمنابت ومغارز للعضلات المتتالية وتنقسم القطع العضلية إلى عضلات فوق محورية وتحت محورية بواسطة حاجز أفقى من نسيج ضام يمتد بين النتوء المستعرض للفقرات وبين الجلد كما تفصل حواجز وسطية ظهرية ووسطية بطنية العضلات الموجودة على جانبى الجسم ، والحاجز الوسطى البطنى هو المعروف بالخط الأبيض (linea alba) .

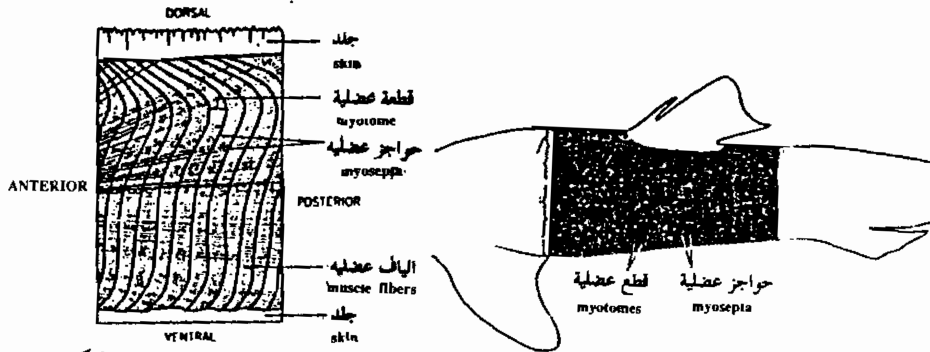
وتوجد فى الأسماك صفيحة رقيقة من ألياف عضلية مائلة إلى الخارج من العضلات التحت محورية كما يوجد شريط ضيق من ألياف سطحية ممتدة من الرأس إلى الذيل يسمى بالعضلة المستقيمة البطنية (rectus abdominus) .

ويختفى التعقل الرتيب للعضلات تحت المحورية فى أماكن وجود الأحزمة والزعانف داخل جدار الجسم وفى منطقة الخياشيم التى تغذيها عادة عضلات تحت محورية قادمة من أماكن خلفية بعيدة وتسمى العضلات فوق المحورية الموجودة فوق الخياشيم بالعضلات الفوق خيشومية (epibranchial muscles) .

ويختلف الشكل الخارجي للعضلات المحورية فى الأسماك باختلاف رتبها ويكون شكل العضلات بسيط فى الأسماك الأقل رقيا فمثلا تكون العضلات على شكل رأس سهم متجه إلى الرأس فى السهيم وتكون متعرجة على شكل رقم ٤ معكوس كما فى الجلكى .

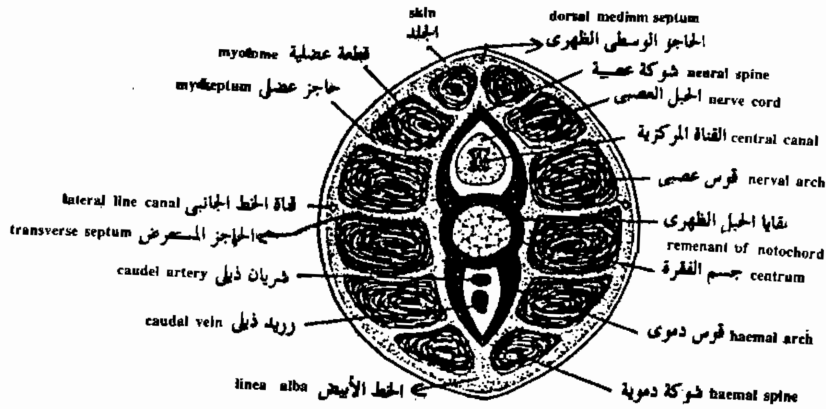


منظر جانبى للسهيم يوضح شكل العضلات الرأس سهمى المتجه الى مقدم الجسم .



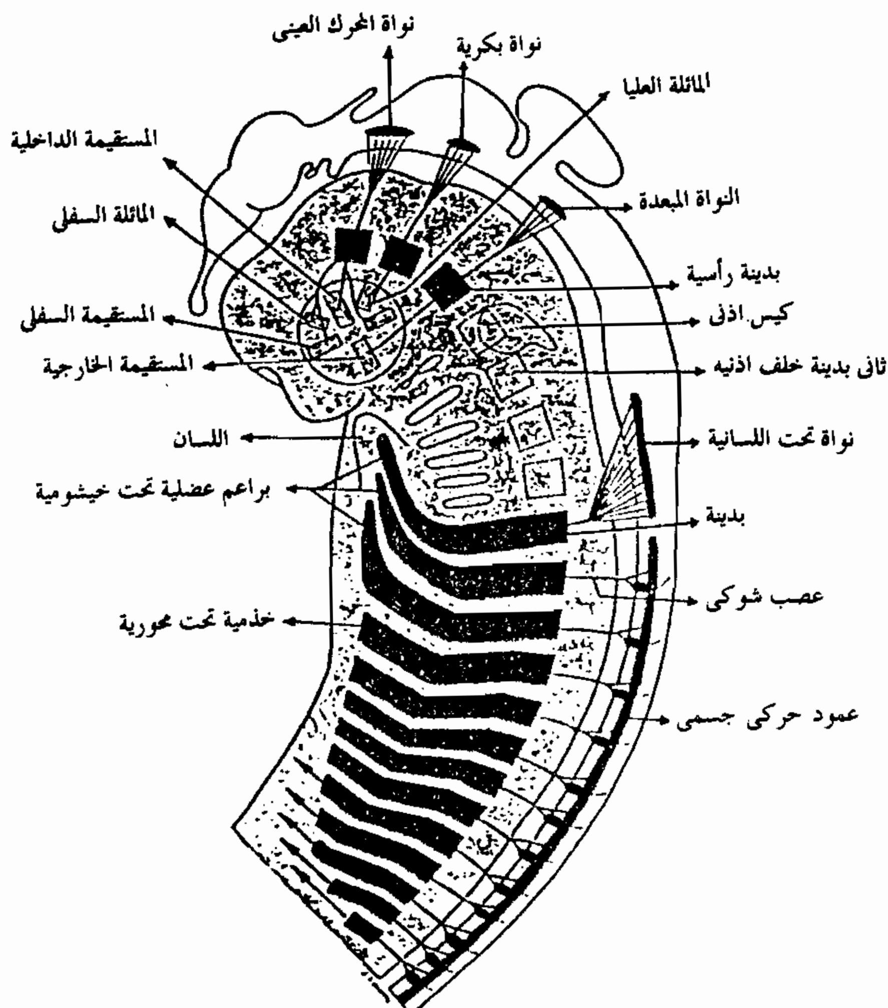
شكل الالياف العضلية فى الجلكى
بعد ازالة جزء من جدار الجسم

منظر جانبى لكلب السمك يوضح شكل العضلات
المحورية على هيئة رأس سهمين متجهين للخلف .



ق . ع فى منطقة الذيل فى كلب السمك

أما فى الأسماك الغضروفية ككلب السمك فتكون على شكل رأس سهمين متجهين إلى المنطقة الذيلية :



مناشىء القطع العضلية وتجهيزها العصبى فى جنين فقارى (تخطيطى) . تنشأ عضلات كرة العين من ثلاثة ندبات رأسية امام اذنية مرتبطة بنواة كل من الحركة العينية . البكرية والمبعده على التوالى . تنشأ العضلات القطعية للجذع من ندبات جذعية وتجهز بالأعصاب القطعية المطابقة لها الجهاز العصبى تحت الخيشومى أماماً داخل قاع البلعوم يرافقه تجهيز عصبى . توجد اجسام خلايا الألياف الحركية التى تزود القطع العضلية بالاعصاب داخل العمود الحركى الجسمى للحلق والدماغ . لاتساهم الندبات خلف الأذنية الأربع (علمت بالتقبط) فى الجهاز العضلى . لقد برز الجهاز العصبى المركزى فوق الجنين للتوضيح .

العضلات الجزعية الذيلية لرباعيات الأقدام

أولا ــ العضلات فوق المحورية (Epaxials) :

تقع العضلات فوق المحورية لرباعيات الأقدام فوق النتوء المستعرض للفقرات المتتالية على امتداد الجزع والذيل وتكون فى البرمائيات معقلة تعقيلا واضحا أما فى رباعيات الأقدام الراقية فتلتحم وتستطيل الألياف العضلية السطحية لتشغل العديد من عقل الجسم بينما تبقى الحزم العميقة معقلة ويمكن تقسيم العضلات الفوق محورية إلى المجموعات التالية :

١ ــ المجموعة الطويلة (The longissimus group) :

تقع فوق النتوءات المستعرضة للفقرات تحت الجلد مباشرة وسميت كذلك لأنها أطول العضلات الفوق محورية وتشمل الظهرية الطويلة فى الجزع والعنقية الطويلة فى العنق والرأسية الطويلة فوق الجمجمة وتمتد هذه العضلات داخل الذيل كعضلات جانبية باسطة .

٢ ــ المجموعة الحرقفية الضلعية (Iliocostàlis) :

تقع إلى جانب المجموعة الطويلة وتنشأ فوق الحرقفة وتنتهى فى الضلوع وتمتد هذه العضلات اماما حتى العنق .

٣ ــ المجموعة الشوكية (spinalis group) :

وهى تتضمن حزما طويلة ومتوسطة وقصيرة تقع بالقرب من الأقواس العصبية للفقرات وتربط أشواكا عصبية أو نتوءات مستعرضة بأشواك عصبية أمامية وهى تمتد أيضا إلى الذنب كأمتدادات وسيطة له .

٤ ــ العضلات بين الفقرية (Intervertebral muscles) :

وهى قصيرة ومعقلة وتربط النتوءات المستعرضة لفقرة ما بالنتوءات المستعرضة للفقرة التى أمامها والأشواك والأقواس العصبية المتتالية بعضها ببعض والأسطح النيرية ــ المتعاقبة مع بعضها .

ثانيا ــ العضلات تحت المحورية (Hypaxial muscles)

يمكن تقسيم العضلات تحت المحورية إلى قسمين رئيسيين :

١ ــ عضلات جدار الجسم الخارجي :

وهى عضلات مائلة ومستعرضة ومستقيمة مرتبة فى ثلاث طبقات وقد تتميز العضلات المائلة إلى مائلة خارجية ومائلة داخلية أو تختزل أو تغيب كما فى الطيور وهى تسمى فى منطقة الصدر بالعضلات بين الضلعية الخارجية والداخلية .

أما الصفيحة المستعرضة فتسمى فى منطقة الصدر بالعضلة المستعرضة للصدر وهى تفقد عادة فى الثدييات . وتغيب العضلات المائلة والمستقيمة من السلاحف وأستعيض عنها بوجود الصدفة . وتساعد عضلات جدار الجسم فى تعلق الخصية وفى الحركات التنفسية للأضلاع والحجاب الحاجز .

أما العضلات المستقيمة فهى تشبه فى شكلها وموقعها تلك الموجودة فى الأسماك وتساعد فى حماية جدار البطن حيث لاتوجد ضلوع تحميه وعادة ما تسمى بالمستقيمة البطنية نسبة إلى موقعها .

٢ ــ العضلات تحت الفقارية Subvertebral muscles :

وهى تقع فى حزم طويلة تحت الفقرات مباشرة فى سقف تجويف الجسم وفى العنق وهى ضعيفة فى منطقة الصدر ومنعدمة فى الذيل وهى تساعد العضلات فوق المحورية فى تحريك العمود الفقارى .

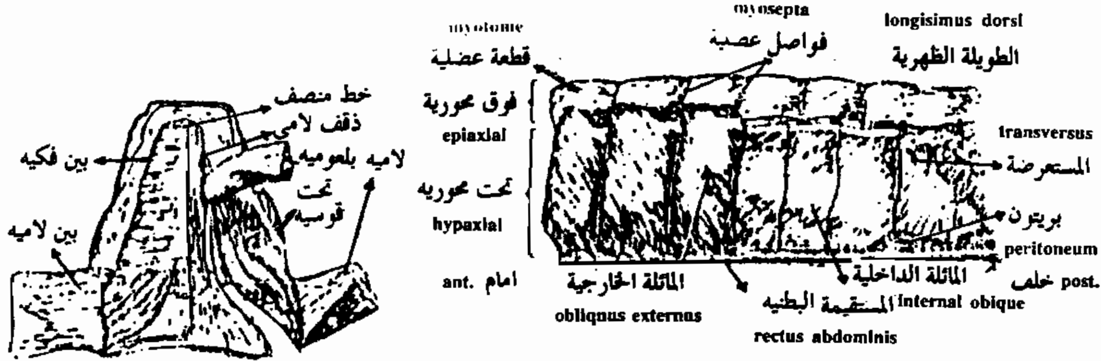
والعضلات تحت المحورية للذيل تمتد أماما لتنغرز فى الحزام الحوضى كما توجد حزم تحت محورية على جانبى أجسام الفقرات تحت النتوءات المستعرضة وهى تبعد وتثنى الذنب .

العضلات تحت الخيشومية وعضلات اللسان

Hypobranchial & Tongue muscles

تنشأ العضلات تحت الخيشومية من قطع خلفية تمتد إلى الأمام تحت الخياشيم وداخل اللسان وفى الأسماك تمتد العضلات تحت الخيشومية من الحزام الكتفى لتنغرز فى الفك

السفلى والقوس اللامى والغضاريف الخيشومية وهى تقوى البلعوم والتجويف التامورى وتساعد فى رفع وخفض قاع الفم وتوسيع الجيوب الخيشومية أثناء تنفس الأسماك وقد تتصل بعض هذه العضلات بعضمة القص أو بالغدة الدرقية وتسمى تبعا لاتصالاتها .



عضلات الرأس فى النكتورس
منظر بطنى

عضلات الجزع فى النكتورس (برمائى ذيلى) .

العضلات الخارجية المنشأة لكرة العين

(Extrinsic eyeball muscles)

تنشأ العضلات المحركة لكرات العين من ثلاث قطع رأسية تدعى القطع أمام الأذنية لانها تتكون أمام محفظة الأذن وتقع القطعة الأولى بجوار العصب المخى الثالث وتنقسم هذه القطعة لتعطى أربعة عضلات محركة للعين تسمى بالعضلات المستقيمة العليا والسفلى والداخلية والمائله السفلى يحركها جميعا ماعدا الخارجية العصب المخى الثالث المسمى محرك العين .

أما القطعة الرئيسية الثانية فتقع بجوار العصب المخى السادس أو مبعد العين وهذه تعطى للعين العضلة المستقيمة الخارجية وتزود بالعصب المخى السادس . وفى الحيوانات الفقارية ذات العيون الأثرية والضامرة تكون عضلات عيونها ناقصة .

وتوجد فى معظم الحيوانات عضلات تنفرز فوق الأجفان والغشاء الرامش وتتسبب فى حركتها كما أن الجلكى له عضلات متصلة بالقرنية وتغير من انحنائها وهذه العضلات ايضا تنشأ من قطع عضلية .

ولأن عضلات العين هذه يغذيها ألياف عصبية حركية مماثلة لتلك التى تغذى جميع عضلات القطع الجسمية الأخرى يمكن التأكد من أن هذه العضلات تنشأ فى جميع الفقاريات من القطع العضلية المعقلة الموجودة على الجسم .

العضـــلات الطرفيـــة (The Appendicular muscles)

تحرك العضلات الطرفية الزعانف أو الأطراف وتنشأ الخارجية منها فوق الهيكل المحورى لتنغرز فى الأحزمة والأطراف أما العضلات الأكثر عمقا أو الداخلية فتنشأ فوق الأحزمة أو من عناصر هيكلية قريبة من عناصر أكثر بعدا مثل عظام الساعد والساق أو الاقدام والأيدى وعند إزالة العضلات الخارجية الطرفية تظل الداخلية سليمة ويمكن فحصها بسهولة .

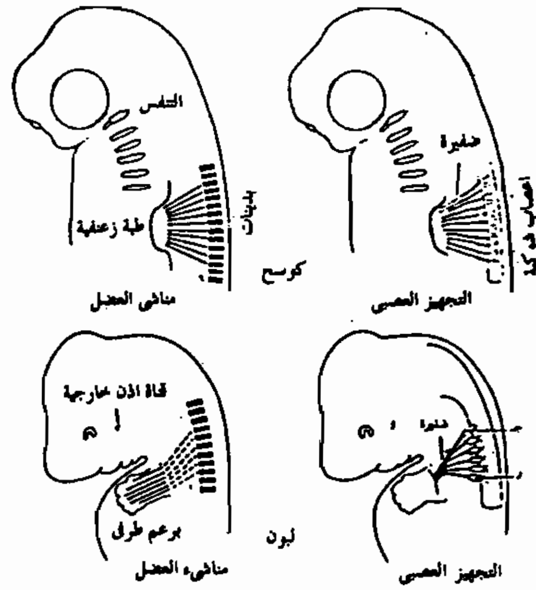
فـــى الأســـماك :

تظهر الزعانف الزوجية أولا فى الأجنة على شكل ثنيات أو براعم زعنفية تبرز من جدار الجسم السفلى الجانبى ثم تمتد داخل هذه البراعم بدايات العضلات التى تنشأ من العضلات تحت المحورية المجاورة والتابعة لعدة عقل جسمية متتالية وتتصل هذه البدايات العضلية الجديدة بالقطع الهيكلية الموجودة عند الزعنفة . وتكون العضلات الظهرية منها باسطة أما البطنية فتكون مثنية كما ترتبط عضلات محورية أخرى بالأحزمة .

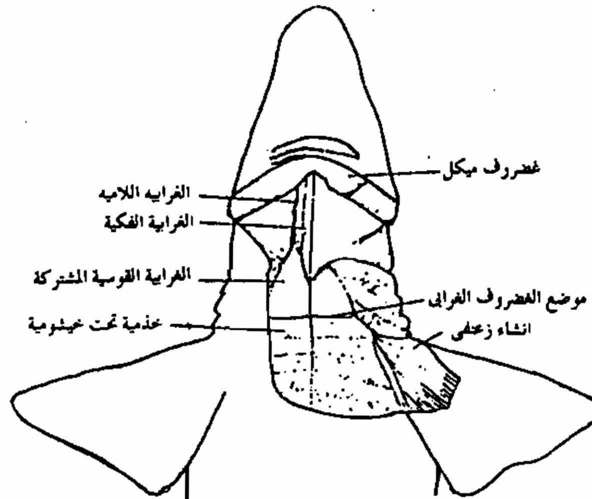
وتستخدم العضلات فى الأسماك كمثبتات وتسهم قليلا فى الحركة ولكن بعض الأسماك تعتمد فى حركتها على الزعانف وفى هذه الأنواع تكون العضلات الطرفية وعضلات جدار الجسم والذيل رقيقة كما تكون زعانفها الحوضية فى منطقة متقدمة أمامًا من الجزع . وتغيب العضلات الطرفية الداخلية من الأسماك .

فى رباعيات الأقدام :

العضلات الطرفية فى رباعيات الأقدام أكثر تعقيدا من تلك الموجودة فى الأسماك وهذا يوفر القوة الكبيرة اللازمة للحركة فوق اليابسة كما أن وجود المفاصل يحتاج إلى جهاز عضلى أكثر تعقيدا .



فى الأعلى ، منشأ العضلات الطرفية للكوسج من بدينات وتجهيزها باعصاب شوكية مناسبة فى اسفل ، الاشتقاق التطورى المحتمل للعضلات الطرفية للبون من ست بدينات بنيت على اساس تجهيزها العصبى. ج ٩، ور ١، عقدة الجذر الظهرى للعصب العنقى الرابع والاعصاب الشوكية الصدرية الأولى للضفيرة العضدية .



عضلات بطنية لعنق كوسج . فى الجهة اليسرى وامام الغضروف الغرابى ، توجد ثلاث عضلات تحت خيشوميه . فى الجهه اليمنى ، توجد خذميات خيشومية . تكون العضلة بين فكية سطحية نسبة إلى العضلات الغرابية اللامية والغرابية الفكية وقد ازيلت جزئيا من جهة اليسار .

ينشأ الجهاز العضلى الطرفى فى مجاميع ظهرية وبطنية وتنشأ المجموعة الظهرية للأطراف الأمامية فوق العمود الفقارى والجمجمة وتنغرز فى نقطة فوق عظمة اللوح تماما وهى تقترب من بعضها عند نقطة إغرازها فوق الحزام والأطراف . وتنشأ عضلات المجموعة البطنية فوق القطع الهيكلية البطنية مثل القص والغرابى وغيرها وتتقارب تحت الأطراف وهكذا فإن حزام الكتف والعضد يتمفصلان بالجزع بواسطة عضلات طرفية خارجية ولايحتاج الحزام الحوضى إلى دعامة كهذه عادة على العمود الفقارى فيكون حجم العضلة فى الطرف الخلفى صغير نسبيا لذا تقفز رباعيات الأقدام لقوة أطرافها الخلفية التى تستند على الحوض ثم تجثم على الأرض بأطرافها الأمامية حيث تمتص العضلات الخارجية للكتف رد فعل الحركة .

لاتنشأ العضلات الطرفية الداخلية لرباعيات الأقدام من بدايات عضلية تحت محورية كما فى الأسماك ولكنها تتكون من براعم تنشأ من داخل البرعم الطرفى وتنتشر هذه البراعم نحو الجزع لتعطى عضلات عريضة كالعضلة الظهرية العريضة وتصبح العضلات الطرفية أكثر عددا أو تنوعاً بزيادة رقى الحيوان لتساعد على الجرى فى الزواحف والطيران فى الطيور والحفر والسباحة والتسلق والجرى والطيران فى الثدييات المختلفة .

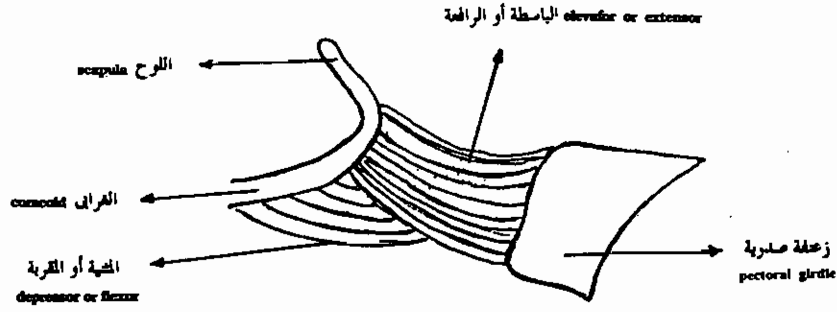
التجهيز العصبى للعضلات الطرفية

(Innervation of appendicular muscles)

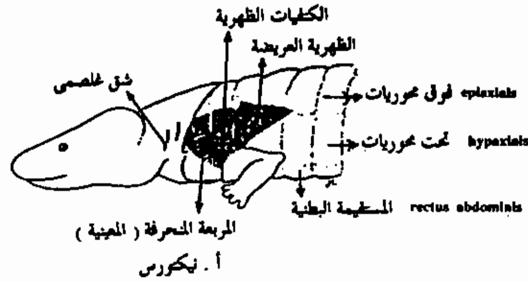
تنمو تفرعات من الاعصاب البطنية الشوكية لتصل إلى الثنيات الزعنفية للأسماك أو الطرفية لرباعيات الأقدام لتذود العضلات المؤلفة للطرف بالاعصاب . تنشأ هذه الأعصاب فى الأسماك من العقل الجسمية نفسها التى تعطى القطع العضلية للطرف وبالرغم من صعوبة تتبع منشأ العضلة الطرفية فى رباعيات الأقدام إلى القطع العضلية مباشرة إلا أن عدد الأعصاب الشوكية التى تدخل هذا الطرف يدل على عدد القطع العضلية التى اتحدت لتعطى العضلة الطرفية .

العضـــلات الخيشـــومية (The Branchiomeric muscles)

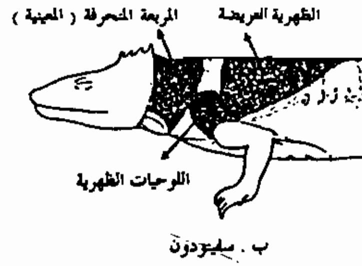
تتصل بالأقواس البلعومية للفقاريات سلسلة من عضلات خيشومية مخططة هيكلية إرادية وحشوية وتركيب هذه العضلات الأساسى واضح فى الأسماك حيث تعمل



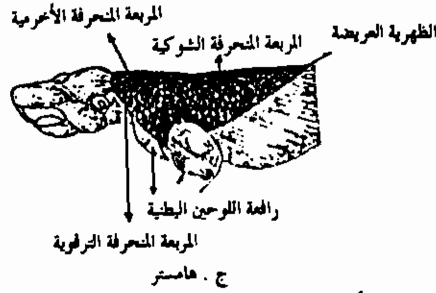
عضلات طرفية لزعنفة كتفية لكلب السمك



أ . نيكورس



ب . سفينودون



ج . هامستر

عضلات كتفية سطحية لبرمائى وزاحف ولبون ، توضح الحجم المتزايد للعضلات ومدى التماثل العضلى فى رباعيات الاقدام متدرجة الارتقاء .

المقربات والعاصرات والرافعات على تحريك الفكوك والأقواس الخيشومية المتتالية وهى فى رباعيات الأقدام تستمر فى تحريك الفكوك ولكنها اكتسبت وظائف جديدة متصلة بالحنجرة والبلعوم نتيجة لفقدان الخياشيم ، وتعتبر العضلات حشوية بالرغم من كونها مخططة وإرادية للأسباب التالية :

١ ــ موقعها فى جدار القناة العظمية يجعلها تعرف بالحشوية .
٢ ــ الأعصاب التى تتحكم فيها تنشأ من أعمدة حركية حشوية تقع قريبة من اعمدة نتوء عضلات ملساء وغدد .
٣ ــ ترتبط وظيفياً بعمليتين حشويتين هما التغذية والتنفس .

وللأسباب السابقة مجتمعة توضع العضلات الخيشومية منفصلة عن العضلات الجسمية .

العضــلات الجلــدية (The Integumentary muscles)

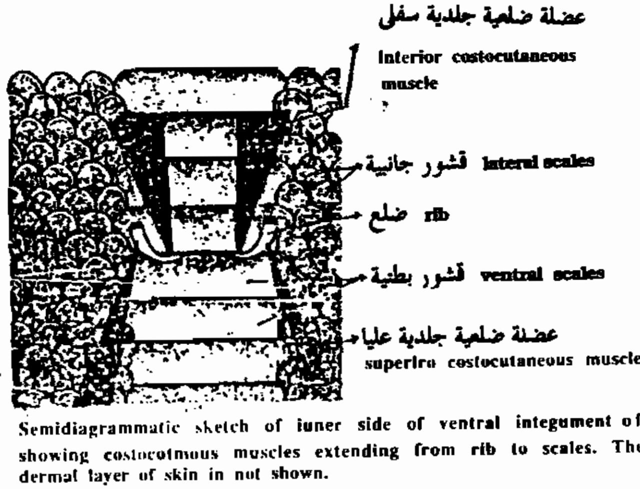
تنشأ العضلات الجلدية الخارجية فوق الهيكل وتنغرز اسفل الأدمة وهى عضلات مخططة تظهر أولا فى الزواحف وتقوم بتحريك الجلد . وتقع العضلات الجلدية الداخلية داخل الأدمة تماما وهى عضلات ملساء تكون متصلة بالريش والشعر .

فى الأسماك والبرمائيات تتصل العضلات الخيشومية أو عضلات جدار الجسم (الجلد) بالعضلة الموجودة أسفلها بأحكام ويمكن لهذه العضلات تحريك الجلد حركة بسيطة ومن أمثلة هذه العضلات العضلة الجلدية الصدرية **cutaneous pectoralis)** **muscle (** للازيليات .

العضلات الضلعية الجلدية (Costocutaneous muscles)

هى عضلات تحت محورية تحرك الصفائح القرنية (الحراشف) فى الثعابين وعضلات الغشاء الجناحى (**patagial muscles**) فى الطيور والثدييات الطائرة مثل الخفاش وهى ألياف العضلات الجلدية التى تنغرز فى جلد الجناح وتصل العضلات الجلدية ذروة تطورها فى الثدييات حيث يحاط الجزء كله بعضلة تدعى الجلدية العظمى (**cutaneous maximus**) والتى تنشأ عادة من العضلات تحت المحورية وهى تساعد

الحيوانات على التكور عندما تتعرض للأخطار كما فى المدرعات كالمدرع . وتحيط هذه العضلات بمدخل الكيس فى الثدييات الكيسية لعضلة عاصرة . وتستخدم الخيول والأبقار العضلات الجلدية فى تحريك الجلد لطرد الحشرات عنها وهى ضعيفة التكوين فى الرئيسيات .



Semidiagrammatic sketch of iuner side of ventral integument of showing costocotmous muscles extending from rib to scales. The dermal layer of skin in not shown.



سلة لحمية Panniculus carnosus (الجلدية العظيمة) لقطة وقرد من الرئيسات . لاحظ التباين فى مدى العضلة فى هذين الحيوانين .

العضلات المحاكية (The mimetic muscles)

هى أكثر العضلات الجلدية شهرة وتنشأ من العضلة الصفيحية وانتشرت فوق الوجه وهى متطورة فى الرئيسيات وخصوصا فى الانسان الذى يحتوى على أكبر عدد من هذه العضلات وهى تمكن الانسان من التعبير عن انفعالاته دون أن يتكلم وذلك بفضل تقلصها منفردة أو مجتمعة .

وتعمل الصفيحية على خفض زاوية الفم كما فى الجزز والاسد .

وتعمل الجبهية على رفع الحاجب عند الاندهاش مثلا .

أما المغضنة وهى عضلة كبيرة تعمل على تجعيد جلد الجبهة ورفع الحاجب فى العبوس مثلا كما تقوم المدارية المقلية بأغماض العين أحكام .

أما المدارية الفمية فهى التى تمدد الشفتين معا والمربعة الشفوية العليا فتتصل بالأنف والضاحكة التى تسحب زاوية الفم إلى الخلف وتقوم الوجنية برفع القوس الوجنى وتنغرز فى زوايا الفم وتعرف بالعضلة الباسمة . أما المثلثية فانها تسحب زوايا الفم إلى أسفل والعضلة الأذنية تحرك صيوان الأذن نحو الأصوات كما فى الكلاب والخيول وغيرها وتكون مهمة جدا فى إنقاذ الفريسة من الصياد .

العضلة القفوية تسحب فروة الرأس إلى الخلف .

كما توجد عضلة تسمى العضلة النابية التى ترفع جزء من الشفة العليا لتبرز الناب لتمزيق اللحم وخصوصا فى اكلات اللحوم .

وتوجد العضلات الجلدية الداخلية فى الطيور والثدييات وهى عضلات ملساء ترتبط بحويصلات الريش والشعر وتسمح بنفش الريش عند الغضب أو وقوف الشعر عند الخوف وهذه العضلات تكون مزودة بألياف حركية حشوية .

الأعضاء الكهربائية (The Electric organs)

توجد فى كثير من الأسماك كل من عضلات خاصة متحورة لإنتاج وخزن وطرح الكهرباء وفى السمك الرعاد (Torpedo) توجد أعضاء كهربائية فى الزعانف الصدرية بالقرب من الخياشيم ويحتمل أن يكون منشأ هذه الأعضاء من العضلات الخيشومية حيث تتزود بالعصبين المخيين السابع والتاسع .

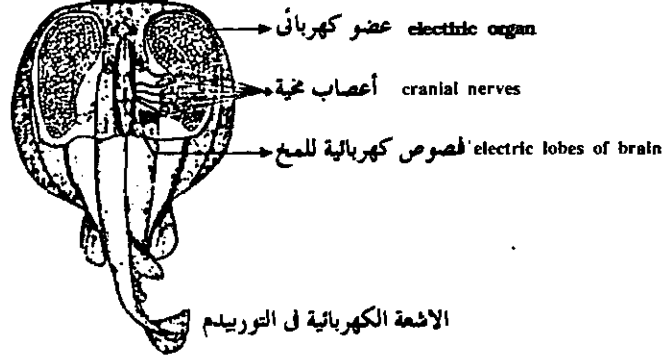
وفى الريا وهى من الثعابين والسمكة المسماه بحامله الكهرباء (electroporus) يوجد عضو كهربائى فى ذيولها ناشىء من العضلات تحت المحورية وهذه الأعضاء تفرز طاقة كهربائية عالية تستخدم عادة فى الدفاع ولكن فى بعض أسماك أخرى تكون الأعضاء الكهربائية فيها ذات طاقة ضعيفة تستخدم فى الاتصالات لغرض التحذير أو التعرف على نفس النوع .

وهناك أعضاء حسية جانبية خاصة تعمل كمستقبلات للشحنات الكهربائية الصادرة من نفس النوع من الأسماك .

ويتكون كل قرص كهربائى عادة من خلية عضلية متعددة الأنوية ومغمورة فى مادة

هلامية بين خلوية ومحاطة بنسيج ضام وتتصل كل خلية عضلية بنهاية عصب يحفزها على إنتاج الكهرباء وتوجد أوعية دموية دقيقة داخل المادة الهلامية المحيطة بالخلايا العضلية .

ويلاحظ أن توزيع الأعضاء الكهربائية فى الجسم غير متشابه فى الأنواع السمكية المختلفة كما يلاحظ أن بعض الأعضاء الكهرباتية مثل تلك الموجودة فى سمكة السلور الأفريقية تنشأ من غدد جلدية . وليس من قطع عضلية كما ذكر فى الأمثلة السابقة .



منظر ظهرى لسمكة الرعاد بعد ازالة جلد الرأس يوضح الأعضاء الكهربائية والفصوص المخية الكهربائية والأعصاب المخية الموصلة بينهما .

Dorsal view of the electric ray, torpedo marmorata, the upper surface being partially dissected away to show the electric organs and the brain with its electirc lobes. Cranial nerves connect the electric lobes with the electric organs. (After Dahlgren, papers from the Department of Marine Blrogy of the carnegie Insitution of Washington, 8,215).

The Circulatory System الجهـاز الـدورى

يتغير شكل الجهاز الدورى فى الحيوانات المختلفة حسب الوظيفة التى يؤديها وطريقة حياة الحيوان نفسه ويزداد تركيب الجهاز تعقيدا مع ازدياد رقى الحيوان وتقدم وظائفه .

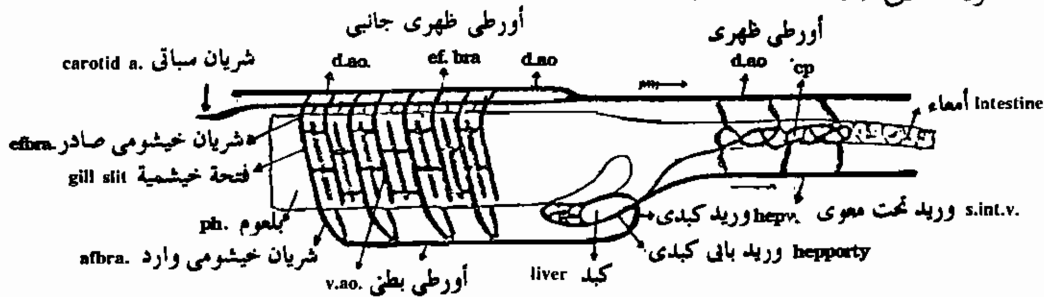
The Arterial System الجهاز الشريان

In Amphioxus فـى الســـهيم

يمتد الأبهر البطنى (ventral aorta) أسفل منطقة البلعوم وإلى الأمام ليعطى أوعية دموية مزدوجة عديدة إلى الجانبين ثم تمتد هذه الأوعية إلى أعلى فى الأقواس الحشوية

(visceral arches) الموجودة بين الفتحات الخيشومية لتصب بعد ذلك فى الابهر الظهرى (dorsal aorta) ويوجد حوالى خمسين زوج من هذه الأوعية الجانبية والتى يطلق عليها اسم الأقواس الابهرية (aortic arches) ولايوجد قلب فى السهيم ولكن يوجد انتفاخ منقبض عند قاعدة كل قوس أبهرى وتؤدى هذه الانتفاخات بالإضافة إلى انقباض بعض الأوعية الدموية الكبير إلى دوران الدم داخل الجسم .

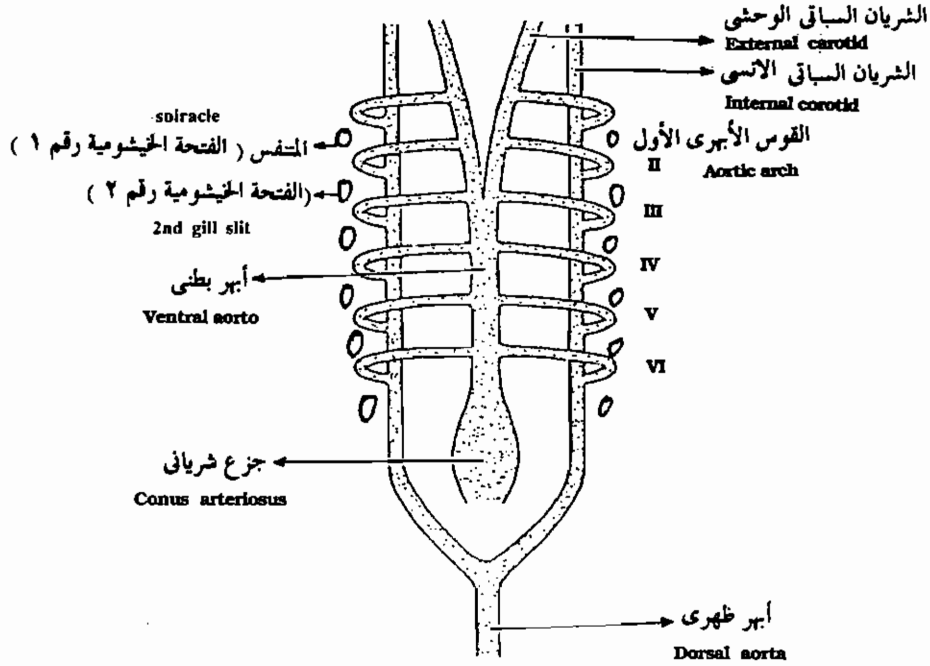
وينقسم كل قوس أبهرى إلى وعاء دموى وارد (afferent branchial vessel) يحمل الدم من الأبهر البطنى إلى الفتحة الخيشومية حيث يتم تبادل الغازات بين الدم الموجود داخل هذا الوعاء والماء المار فى الفتحة الخيشومية فيخرج ثانى اكسيد الكربون من الدم الى تيار الماء المار فى الفتحة الخيشومية بينما يمر الأكسجين من تيار الماء إلى داخل الوعاء الدموى بخاصية الانتشار الغشائى . والقسم الثانى من القوس الأبهرى يسمى الوعاء الدموى الصادر (efferent branchial vessel) وهو الذى يحمل الدم المؤكسد من الفتحة الخيشومية ليصبه فى الأورطى الظهرى الجانبى الموجود على كل جانب من جانبى البلعوم حيث يمر بعد ذلك الدم إما إلى الرأس بواسطة الشرايين السباتية أو إلى جميع أجزاء الجسم الخلفية بواسطة الابهر الظهرى الوسطى الذى يعطى تفرعات مختلفة إلى هذه الأجزاء والذى يمتد إلى الذيل. كشريان ذيلى (caudal artery) .



الأوعية الدموية الرئيسية فى السهيم

Amphixous: Blood vascular system. af. br. a. primary afferent branchial vessels; of. br. a. secondary afferent branchial vessels'; br.cl. branchial cleft' cp. intestianal capillaries; d. ao. paried doresal aortae; d. ao median dorsal aorta; ef br. efferent branchial arteries; hep. porf. v. hepatic portal vein; hep. v. hepatic vein; int. intestine;liv.liver; ph. pharynx; s. int. v. sub-intestinal vein; v. ao. ventral aorta.

ويعطى الأبهر الظهرى أفرعا ظهرية وجانبية وبطنية إلى أعضاء الجسم المختلفة أثناء مروره من الأمام إلى الخلف . وهذا التركيب الأساسى للجهاز الشريانى يكون موجودا فى كل أجنة الفقاريات ويتحور قليلا فى الحيوانات البالغة .



تركيب الأقواس الأبهرية فى جنين ذوات الفكوك وهى مرقمة لاتينياً من الامام الى الخلف وكل واحد منها يقع امام فتحة خيشومية وينتهى الشريان الودجى الوحشى فى الفك السفلى والشريان الودجى الأنسى داخل الرأس .

embryonic arcches from in gnathostomes and are consectively numbered by roman numerals in order of their appearance. The external earotids are extensions of the ventrall aortae that pass to the lower jaw region. Extensiuns of dorsal aortae give rise to the internal carotids, which carry blood to the head area.

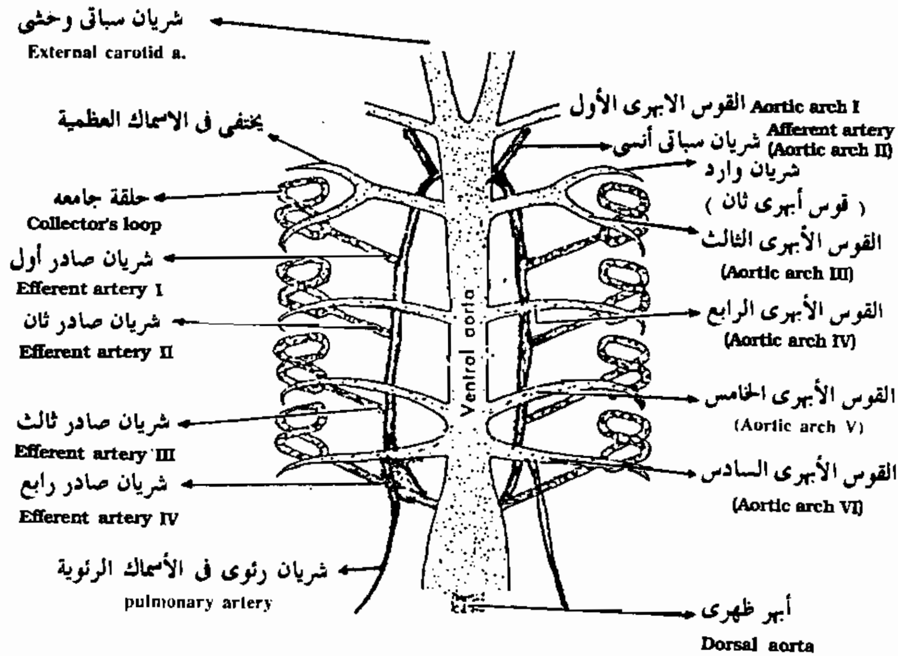
في ذوات الفكوك (In Gnathostomes) :

تتكون الأقواس الأبهرية أولا فى المنطقة الأمامية من البلعوم وتعطى أرقاما رومانية من الأمام إلى الخلف حسب ترتيب ظهورها فى الجنين من رقم ١ ـــ ٦ (I-VI) وكل وعاء دموى يوجد فى وسط قوس حشوى موجود أمام الفتحة الخيشومية فمثلا يمر الدم أولا من الأبهر البطنى إلى الأبهر الظهرى عن طريق القوس رقم ١ (I) الذى يقع بين فتحة الفم والمتنفس (spiracle) الذى يعتبر الجيب الخيشومى الأول ، ويتكون القوس الأبهرى الثانى بين المتنفس والجيب الخيشومى الثانى .

وفى الفقاريات الموجودة حاليا يؤدى الجزء الشريانى (conus arteriosus) الى أبهر بطنى ينقسم إلى فرعين أمام القوس الأبهرى الرابع ليصبح الأبهر البطنى مزدوجا ويدخل الرأس على شكل وعاءين يسميان السباتيان الوحشيان (external carotids) اللذان يحملان الدم إلى الفكوك .

أما الدم المتجه إلى الرأس عن طريق الأقواس الأبهرية رقم ١ ، ٢ ، ٣ ، (I,II,III) فإنه يمر من الأبهران الظهريان الجانبيان إلى وعاءين أماميين يسميان السباتيان الانسيان (internal carotids) حيث يصبان الدم فى المخ واعضاء الحس .

ويتجه الدم إلى الخلف فى الأبهران الظهريان الجانبيان بعد القوس الحشوى رقم ٣ (III) ويتحد الأبهران الظهريان الجانبيان (lateral dorsal aortae) خلف البلعوم ليكونا أبهر ظهرى وسطى (median dorsoal aorta) .



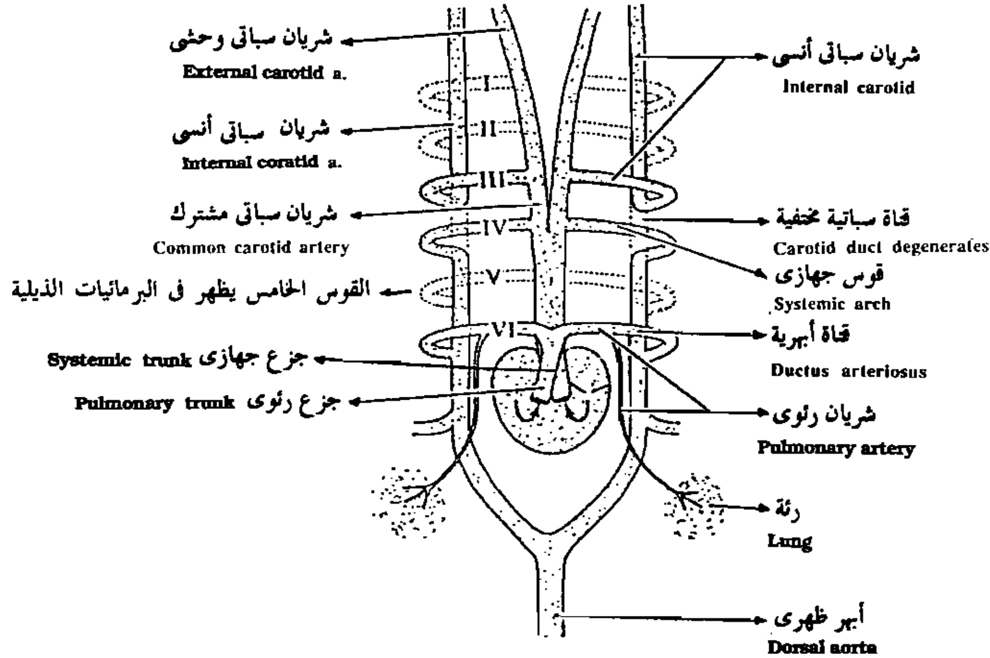
رسم تخطيطى يوضح الأقواس الأبهرية فى سمكة القرش وفيها تظهر خمسة أوعية واردة الى الخياشيم وأربعة أوعية صادرة من الخياشيم لتصب فى الأورطى الظهرى .

Diagram of aortic arches of shark showing five afferent vessels passing to the gills and four efferent vessels draining the gills. The efferent vessels merge to form the dorsal aorta.

فــى الأســماك (In fishes) :

فى أجنة الأسماك تتكون ستة أزواج من أوعية واردة (afferent branchial vessels) وستة أزواج من أوعية دموية صادرة (efferent branchial vessels) من الأقواس الأبهرية البدائية ولكن هذه الأقواس الأبهرية لاتظل كلها موجودة فى الأسماك البالغة فيختفى القوس الأبهرى الأول ويتحول الوعاء الصادر الأول إلى شريان المتنفس (spiracular artery) الذى يمتد من المتنفس إلى حجاج العين (orbit) .

وفى الأسماك الغضروفية وبعض الأسماك العظمية يقع القوس الأبهرى الثانى أمام الفتحة الخيشومية العاملة الأولى وخلف فتحة المتنفس أما فى معظم الأسماك العظمية الاخرى فيختفى القوس الأبهرى الأول والثانى وتبقى فقط الأقواس الأبهرية من الثالثة إلى السادسة أما فى الأسماك الرئوية (lung fishes) مثل البرتوبترس (protopterus) فينمو وعاء إضافى من القوس الأبهرى السادس والأخير إلى الرئة .



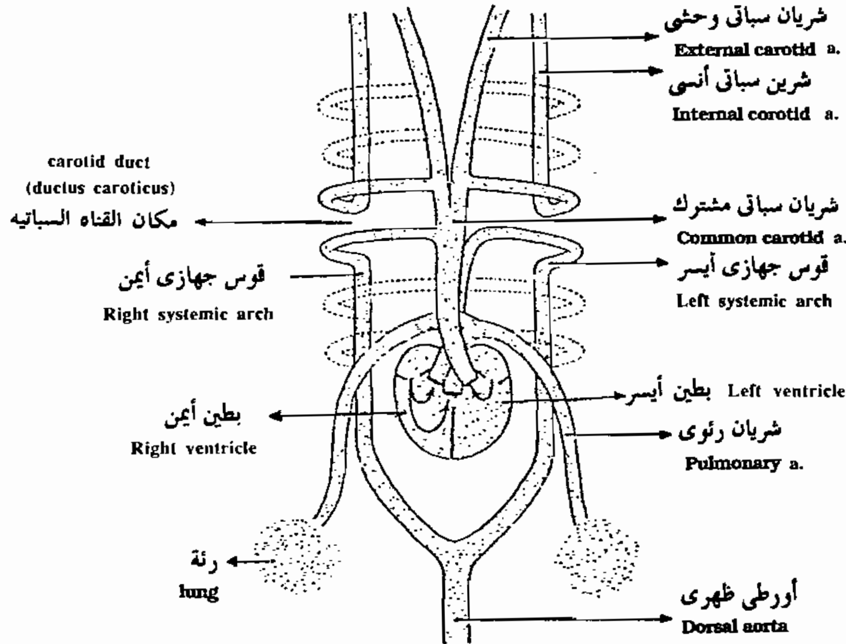
رسم تخطيطى للأقواس الأبهرية فى الضفدعة . وقد أختفى القوس الأبهرى الأول والثانى والخامس وأنقسم الجزع الشريانى الى جزع رئوى وجزع جهازى .

Diagram of a rotic arches of frog. Aortic arches I, II, and V degenerate (Although V remains in urodels). Conus arteriosus divides into a pulmonary and a systemic trunk.

فــى البرمائيــات :

تمثل الأقواس الأبهرية فى البرمائيات مرحلة متوسطة بين الأسماك والرهليات ففى الأنواع المائية من البرمائيات يختفى القوس الأول والثانى وتكون الأربعة التالية كلها موجودة . أما يرقة الضفدعة المحتوية على خياشيم داخلية فلها أقواس أبهرية واردة وصادرة مماثلة تماما للموجودة فى الأسماك وأثناء التحور من اليرقة إلى الضفدع البالغ تختفى الخياشيم ويحل محلها رئات ونتيجة لذلك تبقى الأقواس الأبهرية رقم ٣ ، ٤ ، ٦ أما القوس رقم ٥ فيكون موجودا فقط فى الأجنة والأنواع المائية ويختفى فى الضفدع البالغ وكل الرهليات .

وباختفاء الأقواس الأبهرية رقم ١ ، ٢ يذهب الدم الى منطقة الرأس عن طريق القوس الأبهرى رقم ٣ ثم الجزء الأمامى من الأبهر الظهرى الجانبى الذى يسمى فى المنطقة الأمامية منه بالشريان السباتى الداخلى (internal carotid artery) وأيضا عن طريق الشريان السباتى الخارجى (external carotid artery) الناشىء عن تفرع الجزء الأمامى للأبهر البطنى (ventral aorta) وفى معظم البرمائيات وفى الرهليات يختفى الجزء الواقع بين القوس رقم ٣ ، ٤ من الأبهر الظهرى والمعروف بالقناة السبانية .



الأقواس الأبهرية للزواحف
Modification of aortic arches of some reptiles.

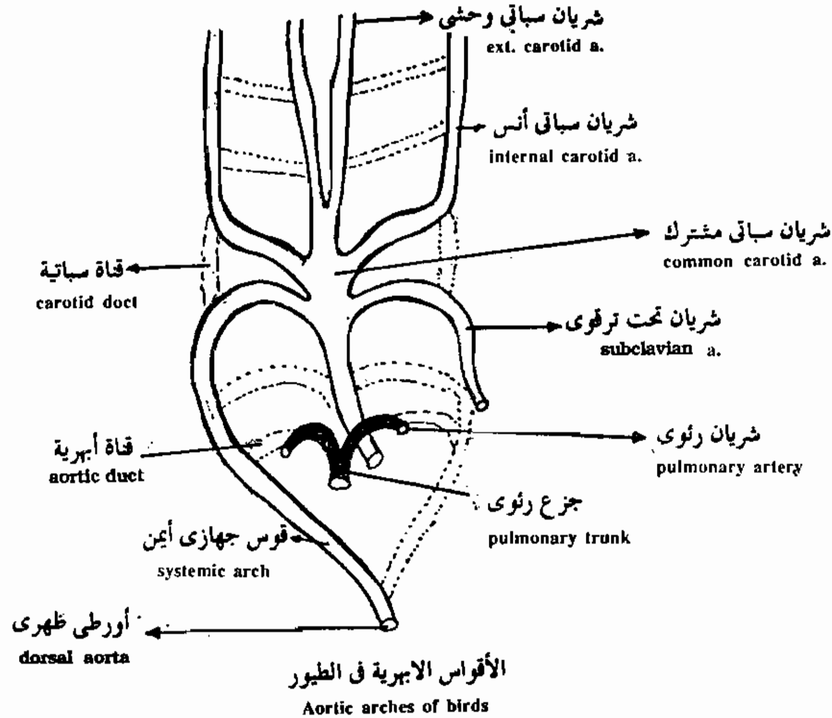
ويتحول القوس الأبهرى الرابع فى الضفدع البالغ إلى القوس الجهازى (systemic arch) على كل جانب من جانبى الجسم واللذان يتحدان مع بعضهما خلف القلب ليكونا الأبهر الظهرى وهما مسئولان عن توزيع الدم إلى بقية أجزاء الجسم .

ويعطى الجزء القريب من القوس الأبهرى السادس الشريان الرئوى (pulmonary artery) أما الجزء البعيد من هذا القوس فيتحد بالأبهر الظهرى الجانبى ويصبح القناة الأبهرية .

فـى الزواحـف (In Reptiles) :

يشبه تركيب الجهاز الشريانى فى الزواحف ذلك الموجود فى البرمائيات فيما عدا انقسام قاعدة الشريانين الجهازيين الى فرعين ويتبع ذلك اتصال الشرايين السباتية المتجهة إلى الرأس بالقوس الجهازى الأيمن .

ولان القوس الجهازى الأيمن والأيسر يتحدان مع بعضهما خلف القلب ليعطيا الأبهر الظهرى فإن الدم الغير مؤكسد القادم من الجانب الأيمن للبطين يختلط مع الدم المؤكسد القادم من الجانب الأيسر للبطين ليتوزع دم مختلط على أجزاء الجسم الخلفية .



الأقواس الابهرية فى الطيور
Aortic arches of birds

بينما يكون الدم المتجه إلى الرأس والقوس الجهازى الأيمن مؤكسدا وقادم من البطين الأيسر الذى تلقاه من الاذين الأيسر قادما من الرئتين وذلك يضمن أعلى نسبة من الأكسجين للرأس وأعضاء الحس .

فــى الطيــور (In Aves) :

يوجد قوس جهازى واحد فى الطيور ناشىء عن القوس الأيمن وزوج من الشرايين الرئوية ناشئة عن الأقواس الأبهرية رقم (٦) .

ونتيجة للأنقسام الكامل للبطين ولاختفاء الجزء الخلفى من القوس الجهازى الأيسر فإن الدم المؤكسد يحمل إلى الرأس وجميع أجزاء الجسم عن طريق القوس الجهازى الأيمن الذى يبدأ قاعدته من البطين الأيسر . أما الجزء الباقى من القوس الجهازى الأيسر فيكون الشريان التحت ترقوى (subclavian artery) .

وبذلك تختفى فى الطيور الأقواس الأبهرية رقم واحد واثنين وخمسة (I, II, V) والجزء الخلفى من القوس الجهازى الأيسر كما تختفى القنوات السباتية والأبهرية .

ويمتد القوس الجهازى الأيمن إلى مؤخر الجسم على شكل أبهر ظهرى ينتهى فى شريان ذيلى .

فـــى الثدييــات (In Mammals) :

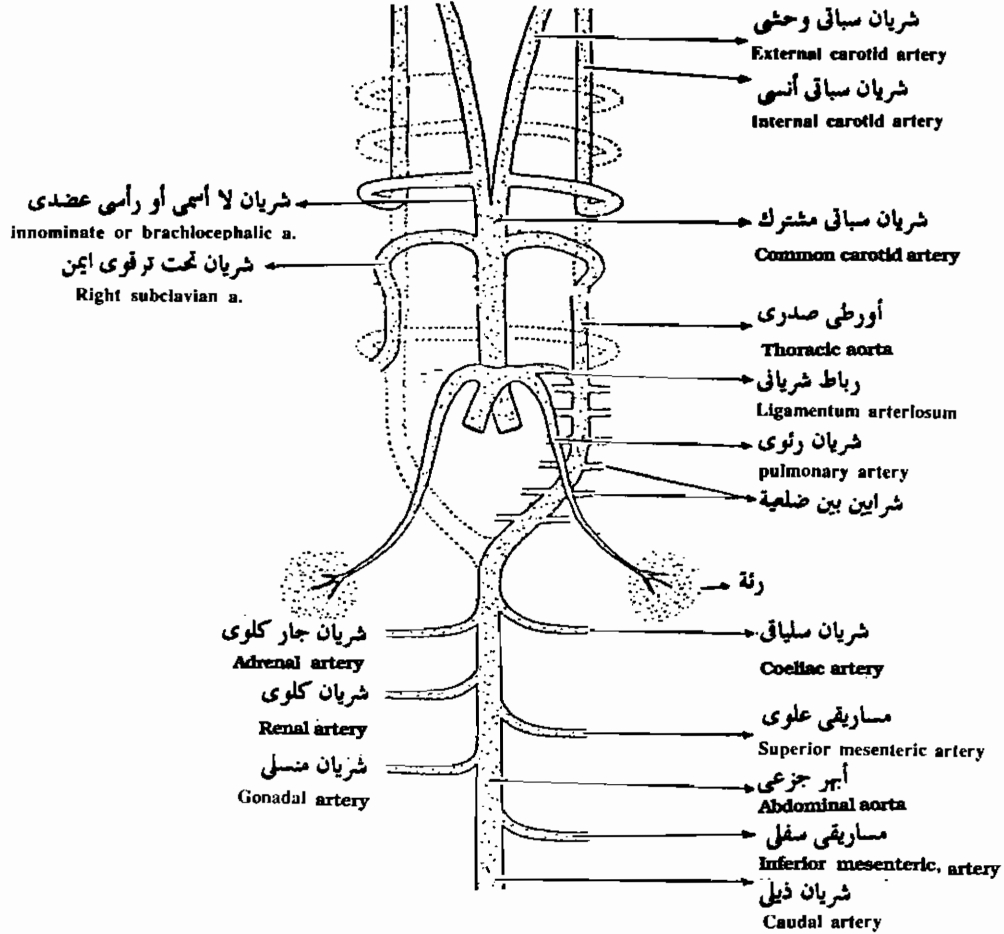
يكون تركيب الجهاز الشريانى فى أجنة الثدييات مشابها لذلك الموجود فى أجنة الحيوانات السابق ذكرها ولكن فى الثدييات البالغة يقوم القوس الجهازى الأيسر (رقم ٤) بتوصيل الدم إلى الرأس والأطراف الأمامية والجزء الخلفى من جسم الحيوان .

ويسمى الجزء الواقع بين القوس الأبهرى الثالث والرابع بالشريان السباتى المشترك (common carotid artery) والجزء القصير من الأبهر البطنى الجانبى الواقع بين القوس الأبهرى الثالث والشريان السباتى المشترك يسمى الشريان اللاأسمى أو الرأسى العضدى .

أما القوس الجهازى الأيمن فيختفى معظمه فيما عدا الجزء القريب الباقى فيعطى الشريان التحت ترقوى الأيمن (right suhclavian artery) .

ويمتد القوس الجهازى الأيسر فى الثدييات إلى الخلف وإلى منتصف الجسم ليعطى الأورطى الظهرى (dorsal aorta) الذى يعطى افرع لجميع أجزاء الجسم ويسمى القوس الجهازى فى الثدييات أحيانا بالأورطى الصدرى .

ويعطى القوس الأبهرى السادس الأقواس الرئوية كالمعتاد ويكون الشريان الرئوى الأيسر متصلا بالقوس الجهازى فى الجنين عن طريق قناة تسمى بالرباط الشريانى (ligamentum arteriosum) وهذه تختفى فيما بعد فى الحيوان البالغ .



الجهاز الشريانى فى الثدييات حيث يبقى فقط القوس الجهاز الايسر كأورطى صدرى ويعطى القوس جهازى الأيمن الشريان التحت ترقوى الأيمن .

Basic plan of mammalian arterial system. Only the left systemic arch remains as thoracic aorta. The right forms the proximal portion of the right subclavian artery.

ويخرج من القوس الجهازى الأيسر أو الأورطى الصدرى شرايين بين ضلعية كما يخرج من الأورطى الظهرى شريان سلياق وجار كلوى وكلوى ومساريقى علوى وسفلى وشريان منسلى وذيلى إلى الأماكن والأعضاء التى يدل عليها اسم كل من هذه الشرايين .

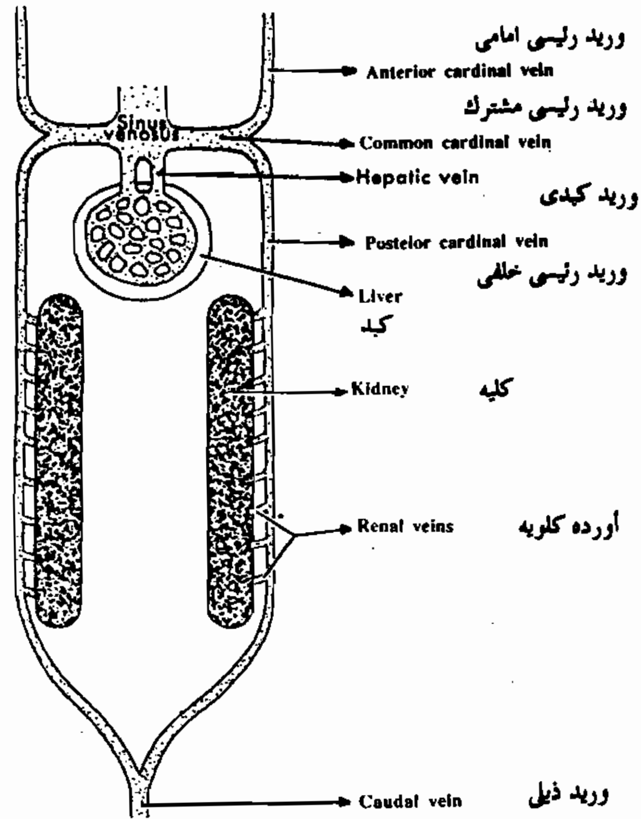
الجهــاز الوريــدى The Venous System

تحمل الاوردة رقيقة الجدر الدم من جميع أجزاء الجسم إلى القلب وتحتوى على صمامات تمنع رجوع الدم مرة أخرى بعيداً عن القلب .

ويتركب الجهاز الوريدى الأساسى فى دائريات الفم cyclestomes وفى أجنه الحيوانات الفقارية الأعلى من وريدين رئيسيين أماميين وآخرين خلفيين Anterior and posterior cardinal veins يحملان الدم من منطقة الرأس أمام والجزء الخلفى من الجسم لتصب فى وريدين رئيسيين مستعرضين cemmon cardinal veins يطلق عليهما أيضا قناتى كوفييه Cuveiran ducts وتصب قناتى كوفييه فى الجيب الوريدى للقلب الأنبوبى لهذه الكائنات والذى يقع على الجهه البطنية للجزع .

ويجمع الدم من منطقة الذيل وريد ذيلى caudal vein ينقسم أمام الذيل الى فرعين يتصلا بالوريدين الرئيسيين الخلفيين ، كما يصب فيهما أيضا أورده كلويه renal veins قادمه من الكليتين .

ويجمع الدم من منطقة الأمعاء وريد بابى كبدى hepatic portalvein إلى الكبد ليخرج منه وريدين كبديين يصبان فى الجيب الوريدى مباشرة .



Basic plan of venous system of cyclostome.

النمط الأساسى للجهاز الوريدى كما يظهر فى دائريات الفم

فــى الأســماك (In Fishes) :

تحتفظ الأسماك بالتركيب الأساسى للجهاز الوريدى مع بعض التغيرات الطفيفة فى الحيوان البالغ .

ففى كلب السمك توجد جيوب دموية كبيرة عند قاعدة الأوردة الرئيسية الأمامية والخلفية بالقرب من الأوردة الرئيسية المشتركة (Common Cardinal Veins) .

وفى الأسماك كلها يجمع وريد ذيلى (caudal veins) الدم من منطقة الذيل ثم يتفرع ليعطى زوج من الأوردة البابية الكلوية (renal portal veins) التى تحمل الدم من مؤخرة الجسم إلى الكليتين ثم يخرج الدم بعد رشحه من الكليتين عن طريق أوردة كلوية (renal veins) ليصب فى وريد كبير يسمى الوريد التحت رئيسى (subcardinal v.) على السطح الداخلى لكل كلية وهذان الوريدان يصبان فى قناتى كوفييه أو الأوردة الرئيسية المشتركة ثم إلى الجيب الوريدى . ويعتبر الوريدان البابيان الكلويان والوريدان التحت رئيسيان وريدان حلا محل الأوردة الرئيسية الخلفية التى كانت موجودة قبلا فى دائرية الفم .

يوجد وريد كبدى بابى hepatic portal vein يحمل الدم من الأمعاء إلى الكبد كما يوجد جيبان كبديان hepatic sinuses يحملان الدم من الكبد إلى قناتى كوفيية .

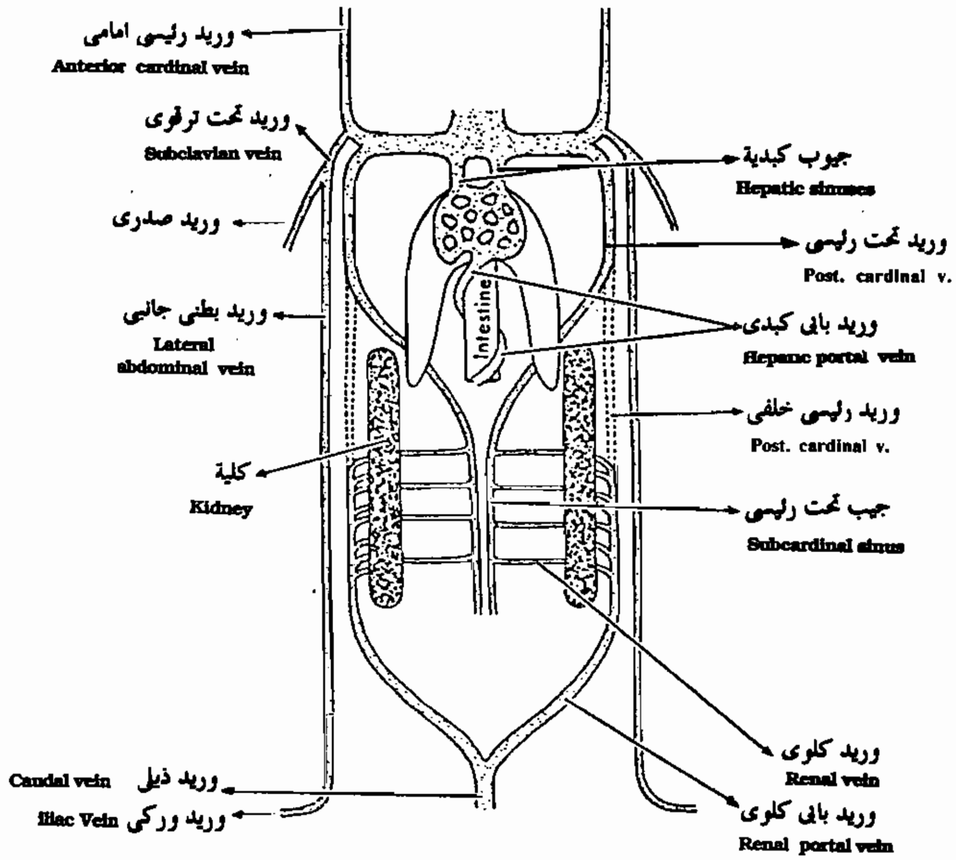
يوجد فى الأسماك الغضروفية أيضا وريدان بطنيان جانبيان lateral abdominal veins يقعان على الناحية البطنية للحيوان على كل جانب يصب فيهما اوعية فرعية من جدار الجسم ووعاءان من الزعنفتين الصدريتين يسميان بالوريدان التحت ترقويان subclavian veins ووريدان من الزغنفتين الحوضيتين يسميان بالوريدين الوركيين iliac veins.

الجهاز الوريدى فى رباعيات الأقدام

The venous System of Tetrapoda

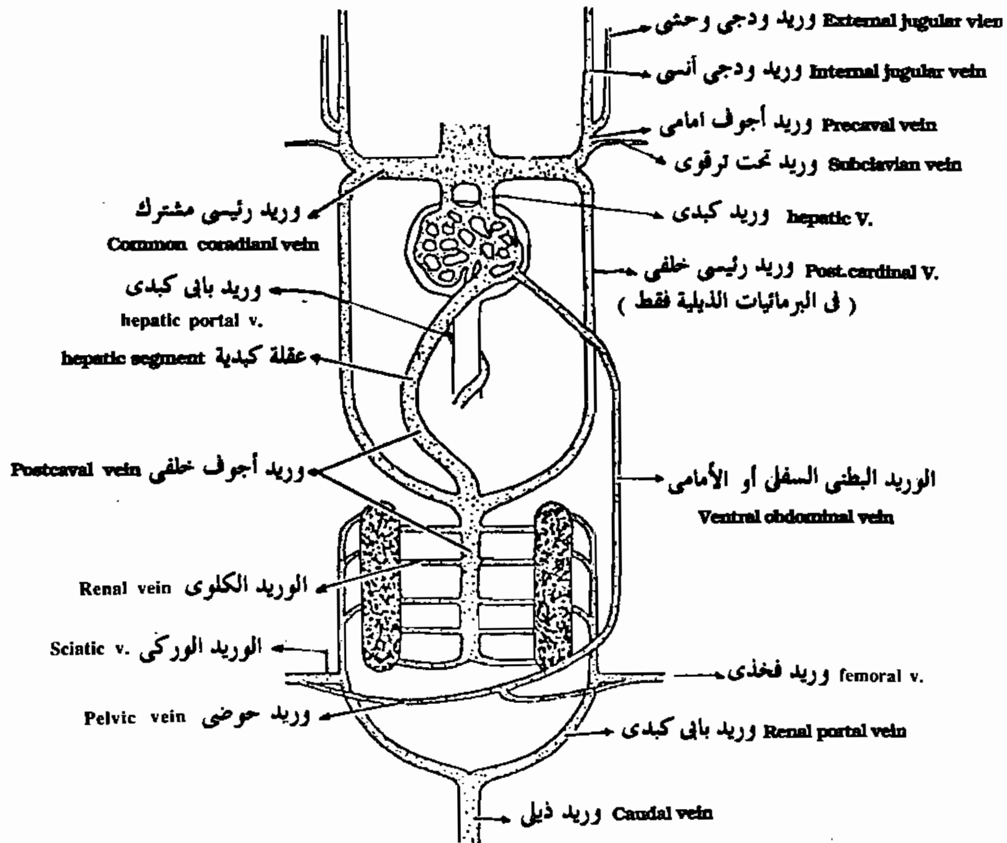
المثــال : فى البرمائيات In amphibia :

يتكون وعاء دموى جديد فى رباعيات الأقدام يسمى العقلة الكبدية bepatic segment يختفى فى الحيوان البالغ ليصب الوريد الأجوف الخلفى post-caval فى القلب مباشرة .



الجهاز الوريدى كما يظهر فى سمكة غضروفية بالغة

The venous system of an adult elasmobranch.



الجهاز الوريدى فى البرمائيات وتوجد فيه عقلة كبدية فى الاجنة تجمع الدم من الوريد الأجوف الخلفي الى الكبد ولكنها تختفى فى الحيوان البالغ ليصب الوريد الأجوف الخلفي الدم مباشرة فى القلب .

In ampphibians. The addition of a hepatic segment offers a more direct route to the heart postcaval.

كما يختفى فى رباعيات الأقدام الوريدان البطنيان الجانبيان ويحل محلهما الوريد الطني السفلى ventral abdominal vein الذى ينتهى فى الوريد البابى الكبدى . ويصب فيه من الناحية الخلفية وريدان حوضيان pelvic veins .

يجمع الدم من منطقة الذيل وريد ذيلى يتفرع إلى وريدان بابيان كولويان حيث يرشح الدم فى الكليتين ويجمع عن طريق العديد من الأوردة الكلوية التى تصب جميعها فى الوريد الأجوف الخلفي .

ويجمع الدم من الطرفين الخلفيين ليصب أما فى الأو: :ة الكلوية البابية عن طريق الوريد الفخذى femoral vein ثم الوركى sciatic أو ليصب مباشرة فى الوريد البطنى السفلى عن طريق الوريدان الحوضيان pelvic veins.

كما يقوم الوريدان التحت ترقويان subclavian veins بنقل الدم الغير مؤكسد من الطرفان الأماميان ليصبا فى الأوردة الجوفاء الأمامية precaval veins .

ويختفى الوريدان الرئيسيان الأماميان من رباعيات الأقدام ليحل محلهما زوج من الأوردة على كل جانب من جانبى الرأس يسمى الداخلى منها بالوريد الودجى الأنسى (internal jugular vein) أما الخارجى فيسمى بالوريد الودجى الوحشى (external jugular v.) ويصب هذان الوعاءان أيضا فى الوريد الأجوف الأمامى على كل جانب .

ويخرج من الرئتين أربعة أوردة رئوية (pulmonary veins) تتجمع مع بعضها فى وريد رئوى واحد يصب فى الأذين الأيسر .

وتختفى الأوردة الرئيسية الخلفية فى اللاذيليات ولكنها تكون موجودة فى البرمائيات الذيلية الشبيهة بالأسماك فى هذه الصفة .

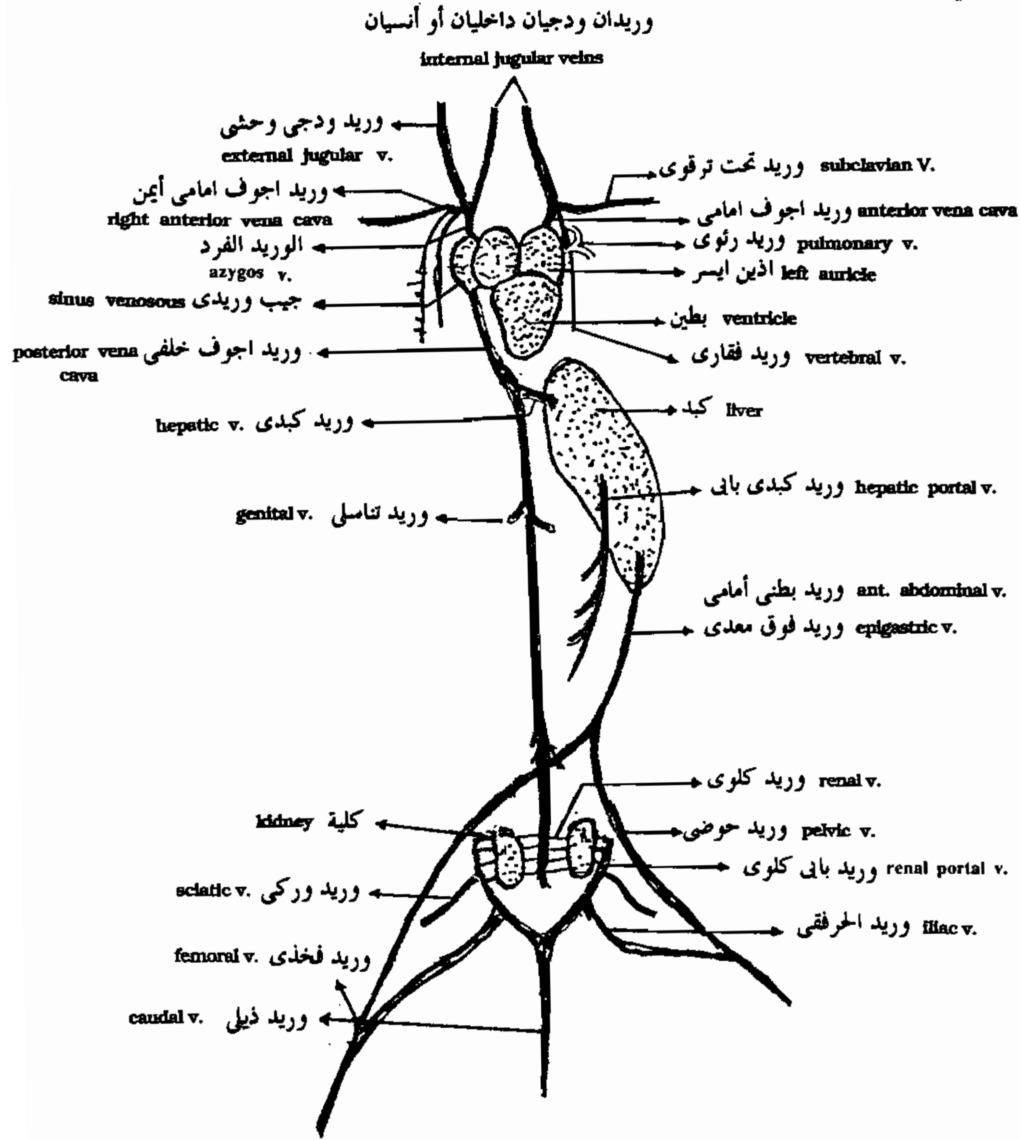
الجهاز الوريدى فى الزواحف :

يشبه الجهاز الوريدى للزواحف ذلك الموجود فى البرمائيات حيث يصب وريدان أجوفان أماميان ووريد أجوف خلفى الدم فى الجيب الوريدى وتمثل الأوردة الجوفاء الأمامية قناتى كوفييه الموجودة فى الأسماك وهذه الأوردة تستقبل الأوردة الودجية والتحت ترقوية والفقارية التى حلت محل الأوردة الرئيسية الخلفية ويختفى الوريد التحت ترقوى فى الثعابين وذلك لغياب عظم الترقوة والأطراف فى تلك الحيوانات .

ويحمل الوريد البطنى الأمامى (ant. abdominal vein) الدم من مؤخر الجسم ثم يتحد مع الوريد البابى الكبدى ليصبا فى الكبد أماما .

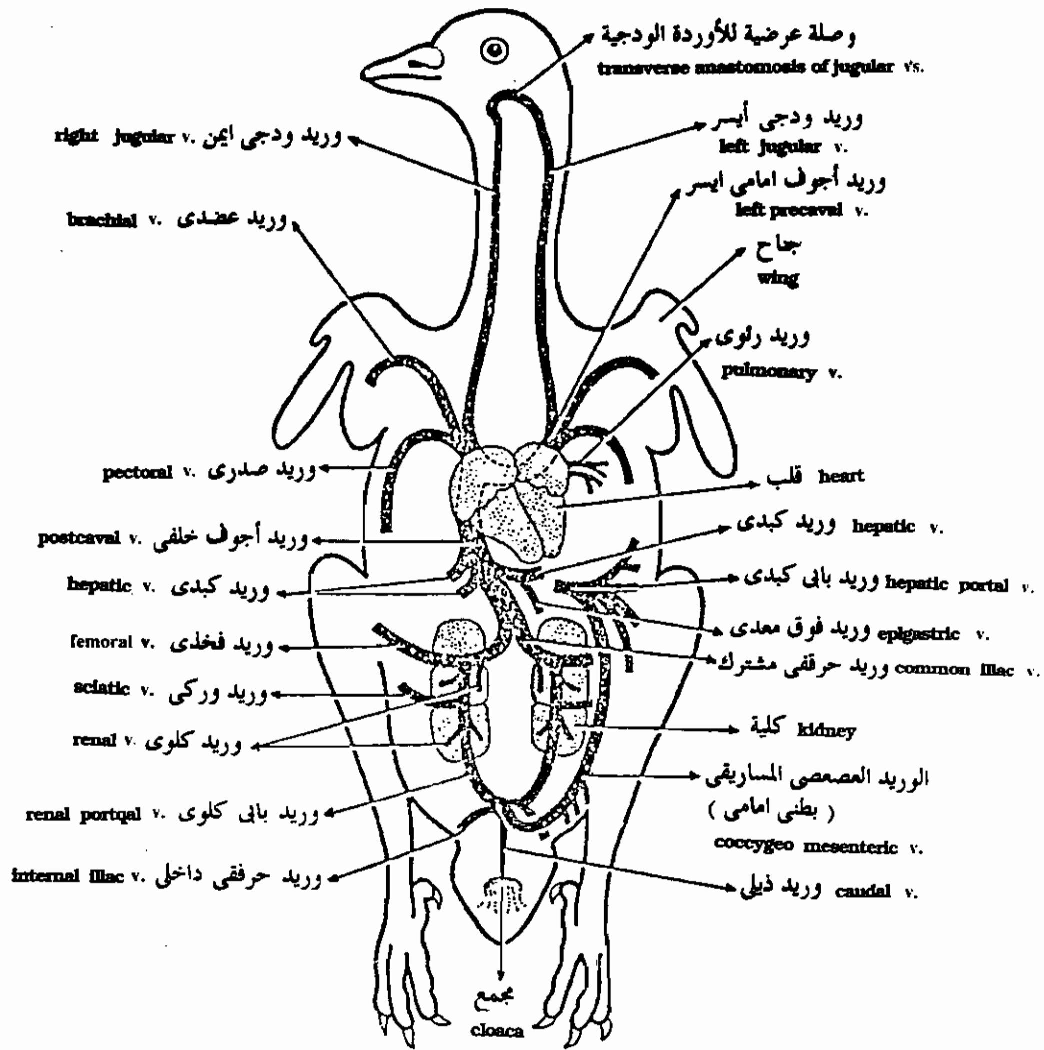
وتوجد دورة كلوية بابية فى الزواحف مشابهة لتلك الموجودة فى البرمائيات ولذلك فان الدم القادم من مؤخر الجسم إلى القلب إما أن يمر فى الوريد الكلوى البابى إلى الكلية ثم إلى الأوردة الكلوية التى تصب فى الوريد الأجوف الخلفى ومنه إلى القلب وإما أن يمر من الأوردة الحوضية إلى الوريد البطنى الأمامى إلى الوريد البابى الكبدى إلى الكبد ثم بواسطة الأوردة الكبدية إلى القلب .

ويحمل وريدان رئويان الدم من الرئات إلى الأذين الأيسر ويعتبر الوريد الأجوف الخلفي في الزواحف متحور من الأوردة التحت رئيسية والأوردة المحية وهو يؤسس القناة الوريدية الرئيسية في الجزء الخلفي من الجسم حيث اختفت تماما الأوردة الرئيسية الخلفية .



السحلية ــ الجهاز الوريدى

The Lizard. The Venous system.



الجهاز الوريدى فى الحمامة كمثال للطيور

Venous system of the pigeon.

الجهاز الوريدى فى الطيور :

تصب الأوردة الجوفاء فى الأذين الأيمن مباشرة فى الطيور وذلك لاختفاء الجيب الوريدى . ويتكون كل وريد أجوف أمامى من اتحاد وريد ودجى مع وريد تحت ترقوى كما يتكون الوريد تحت الترقوى من اتحاد وريد عضدى ووريد صدرى . وتوجد وصلة بين الوريد الودجى الأيمن والأيسر تسمى الوصلة العرضية للأوردة الودجية .

ويعتبر الوريد الأجوف الخلفى الممر الرئيسى لرجوع الدم من مؤخرة الجسم إلى القلب ويصل الدم إليه من الطرفين الخلفيين عن طريق الأوردة البابية الكلوية كما تتصل الأوردة الكبدية بالوريد الأجوف الخلفى بالقرب من مصبة فى القلب .

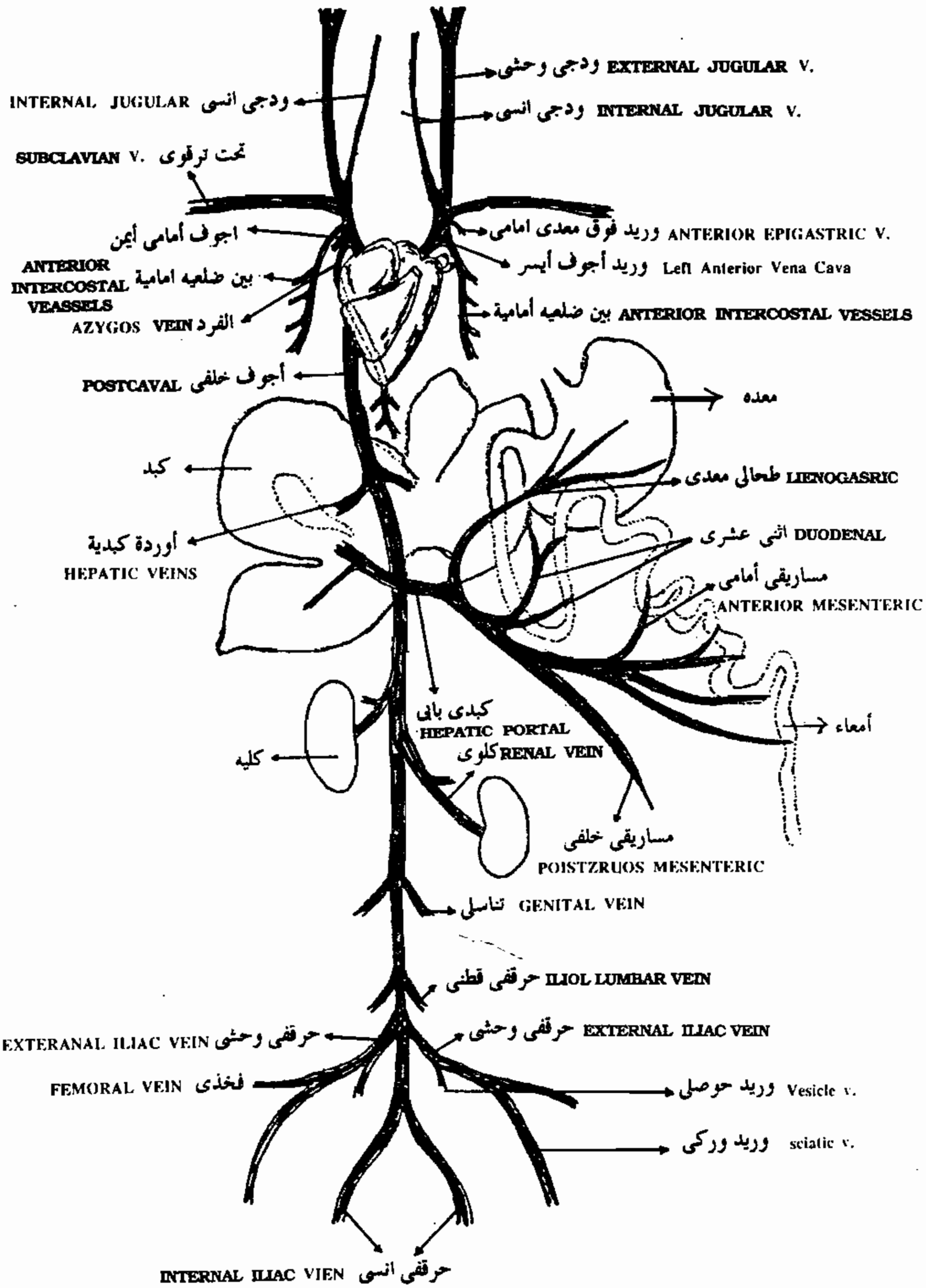
والوريد الذيلى فى الطيور قصير لقصر الذيل ويصل وريد يسمى الوريد العصعصى المساريقى الوريد الذيلى بالوريد البابى الكبدى وهو يشبه فى وظيفته الوريد البطنى الأمامى الموجود فى البرمائيات والزواحف .

ويوجد فى الطيور وريد فوق معدى يحمل الدم من الغشاء البريتونى (great omentum) إلى احد الأوردة الكبدية .

والقلب فى الطيور منقسم تماما إلى نصف أيمن وآخر أيسر يحتوى النصف الأيمن على دم غير مؤكسد بينما يحتوى النصف الأيسر على دم مؤكسد قادم إلى الأذين الأيسر عن طريق الأوردة الرئوية وبذلك تكون هناك دورة دموية مزدوجة ومتقدمة فى هذه الحيوانات ويصب فى الوريد الأجوف الخلفى وريد حرقفى ووركى وفخذى .

الجهاز الوريدى فى الثدييات :

يصب وريدان أجوفان أماميان ووريد أجوف خلفى الدم مباشرة فى الأذين الأيمن الذى احتوى بداخله الجيب الوريدى ويصب فى الوريد الأجوف الأمامى وريد ودجى أنسى(وهو يمثل الوريد الرئيسى الأمامى فى الأسماك) رفيع وودجى وحشى أكثر سمكا وإلى الخارج منه . كما يصب وريد تحت ترقوى ووريد وربى ووريد ثدى داخلى فى كل من الوريدين الأجوفين الأماميين . ويوجد وريد فرد يجمع الدم من العضلات البين ضلعية ويصب فى الوريد الأجوف الأيمن وهو مماثل للأوردة الفقارية الموجودة فى الزواحف .



Venous system of Rabbit. الأرنب : الجهاز الوريدى

والتغير الكبير الحادث فى الجهاز الوريدى للثدييات يظهر فى الجزء الخلفى من الجسم الذى اصبحت فيه الأوردة أكثر بساطة . فلايوجد أى أثر للأوردة البابية الكلوية فى الحيوان البالغ وكل الأوردة من الأعضاء الخلفية للجسم تصب فى الوريد الأجوف الخلفى مباشرة ويسمى كل منها حسب العضو القادم منه .

وقد اختفى الوريد البطنى الأمامى من الثدييات وتعتبر الأوردة السجقية الموجودة فى جنين الثدييات والتى تعيد الدم من المشيمة إلى الجنين مماثلة للأوردة البطنية الجانبية الموجودة فى الأسماك الغضروفية والوريد البطنى الأمامى الموجود فى البرمائيات والزواحف . وتتحلل الأوعية السرية بعد الولادة عندما تفقد وظيفتها واتصالها بالمشيمة .

والوريد البابى الكبدى فى الثدييات يشبه تماما ذلك الموجود فى الأنواع السابق ذكرها ويصب فى هذا الوعاء أوردة قادمة من المعدة والأثنى عشر والجزء الأمامى والخلفى من المساريقا .

ويصب فى الوريد الأجوف الخلفى من الخلف إلى الأمام وريد حرقفى داخلى وخارجى ووريد منسلى وكلوى وأوردة كبدية وأخرى من الحجاب الحاجز .

المراجـع

١ ــ كراسات علم الحيوان ، ١٩٦٤ .

د . عطا الله خلف اللوينى ، د . جرجس عبدالمسيح .

مكتبة الانجلو المصرية .

٢ ــ بيولوجية الحيوان العملية ، الجزء الأول والثانى ، ١٩٦٨ .

الدكتور أحمد حماد الحسينى ، د . اميل شنودة دميان .

دار المعارف بمصر .

3 - A manual of zoology, 1926

Borradaile, L. A.

Oxford Univ. Press

4 - Chordate morphology, 1962

Malcoolm Jollie

Reinhold Publishing corporation, New York

5 - The vertebrate body, 1967

Romer, A. S.

W. B. Sauders comp., Philadelphia.

6 - Text book of zoology, Vol. II; Vertebrates, 1962

Parker, T. J. and Haswell, W. A.

Macmillan

7 - Amanual of practical zoology, chordates, 1984

Verma, P. S.

S. Shand and comp. LTD, New delhi.

8 - Development of vertebrate anatomy, 1975

Joy, B. Philips

The C.V. Mosby Comp.

رقم الإيداع
١٩٩١/٨٨٩٠